

生活の中の物理学

Physics in Everyday Phenomena

第14回 2025/12/22

第6章 電気と磁気 (3) 電磁誘導, 電気製品

第7章 原子力 核エネルギー

Muses授業アンケート
お願いします。

真貝 寿明
Hisaki Shinkai



真貝の武庫川講義ページtop



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

「科学と疑似科学」

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。

成績20点分

最終 まとめ確認レポート

課題

- 1 以下の問題 (1)-(6) より, 2つ選んで解答せよ. (A4 1~1.5枚程度)
- 2 以下の問題 (7)-(12) より, 2つ選んで解答せよ. (A4 1~1.5枚程度)
- 3 講義で紹介した話に関連して (あるいは発展して), 自分で興味をもって調べたことを説明せよ. (枚数自由)

問題

- (1) 普段の生活では摩擦がはたらくために, 「力がはたらかなければ等速運動を続ける」という慣性の法則に気づかない. ガリレオはどのようにしてこの法則を説明したか.
- (2) 運動方程式で力をゼロとすれば加速度はゼロになる. つまり, 慣性の法則を再現するが, ニュートンの運動法則として, 慣性の法則が独立している理由は何か.
- (3) (a) 力学的エネルギー保存則, (b) 運動量保存則, (c) 角運動量保存則. それぞれを例を挙げて説明せよ.
- (4) 地球を周回する宇宙ステーション内は無重量状態になっている. 地球を周回する飛行機内では無重量状態にならない. これらの理由は何か.
- (5) 湿った空気が高圧で詰め込まれたペットボトルのふたを開けると, 一瞬にして霧ができた. 理由を説明せよ.
- (6) 空気抵抗, 水流の抵抗に対する身の回りに見られる工夫を挙げよ.
- (7) 同じ長さで, 両端が開放された筒と片方をふさいだ筒がある. 生じる基本振動について説明し, どちらが高音になるか結論せよ.
- (8) 共振とは何か. 原理と例を説明せよ.
- (9) オーロラができるしくみを説明せよ. また, 日本のような低緯度地域でもオーロラが見られる条件は何か.
- (10) 交通系 IC カードのしくみについて説明せよ.
- (11) 電流の正体が電子であることはどのようにしてわかったか, 実験の原理を説明せよ.
- (12) 放射性物質の半減期とは何か. また, 炭素を用いた年代測定について説明せよ.

成績30点分

作成要領

- 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.
- 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, **2026年1月30日 (金) 22:59**
- 提出ファイルの名前は, 「大日 XXXXXXXX ○○○○」の形式とすること. (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.
- 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.

2026年の惑星観望

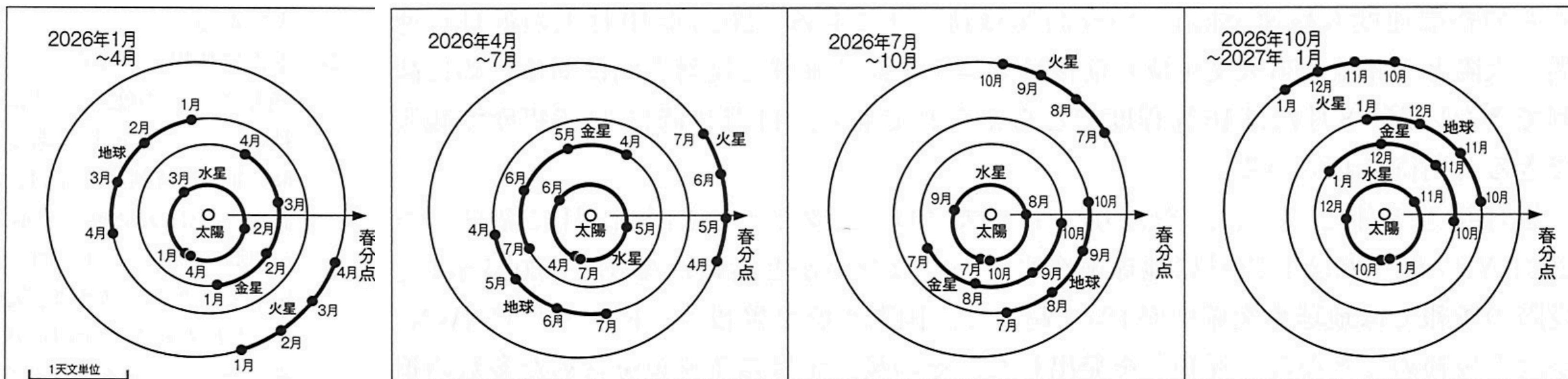


図2 3ヶ月ごとの内側惑星の動き •印は毎月1日の位置

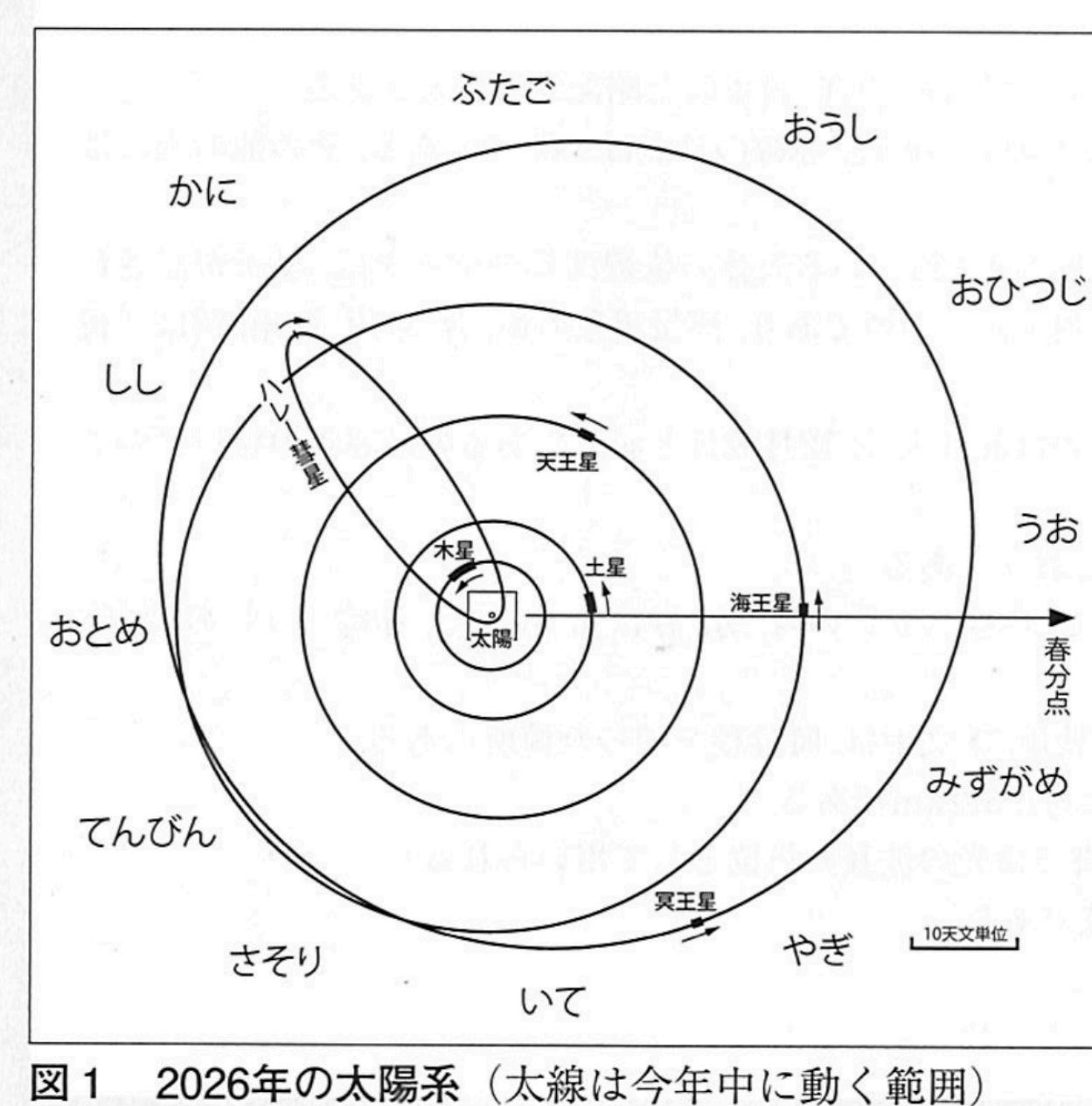
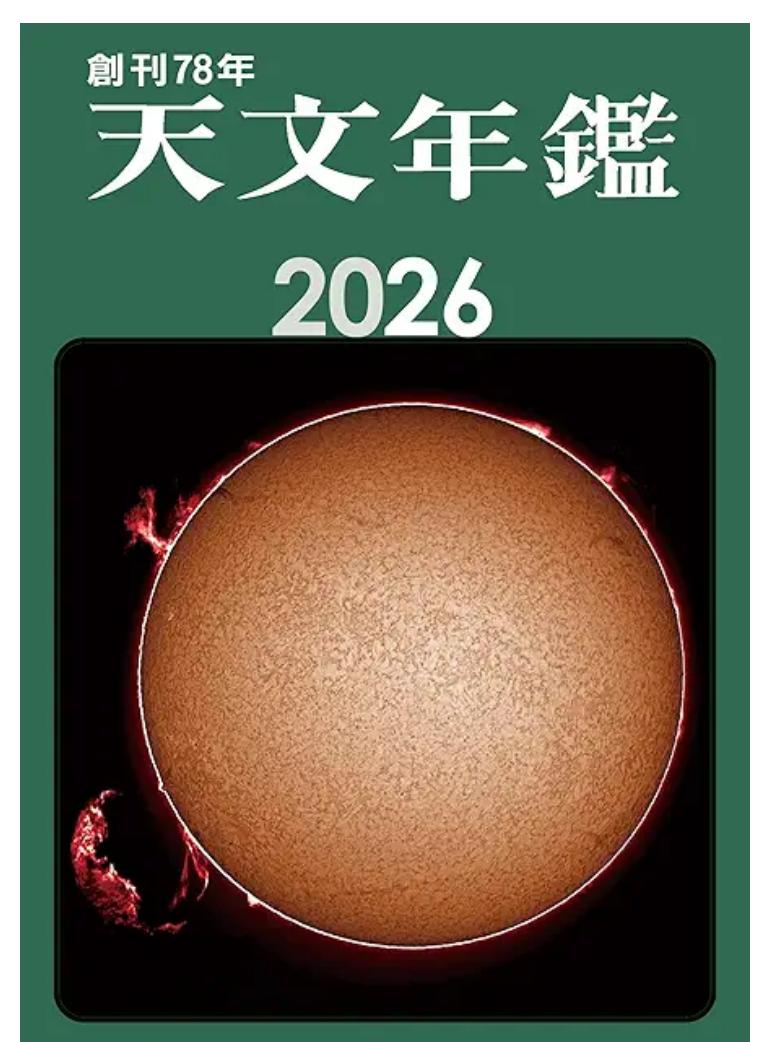


図1 2026年の太陽系（太線は今年中に動く範囲）



2026年の火星

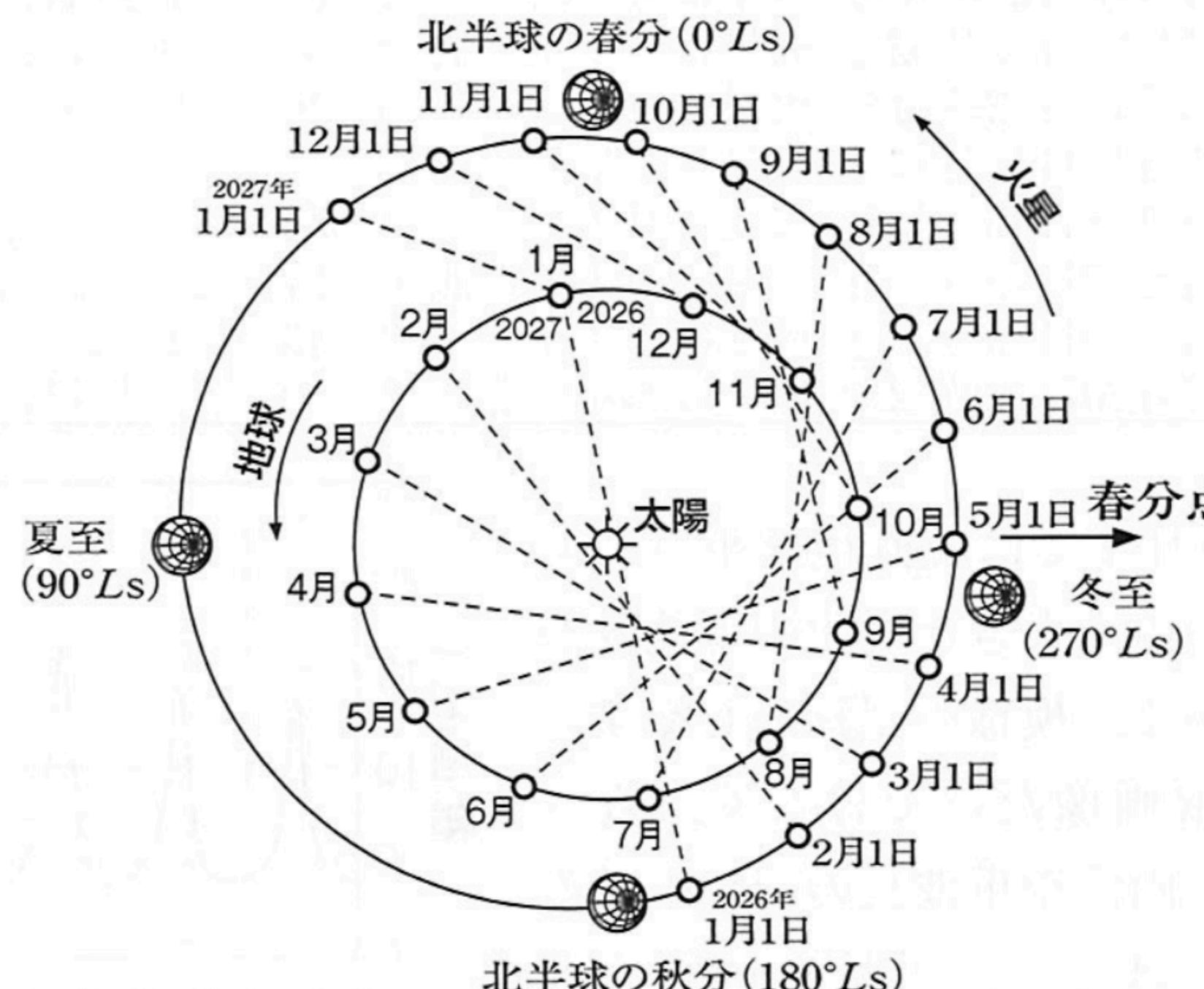


図1 2026年 地球と火星の位置

次に接近するのは2027年2月,
それまでしばらくはお預け

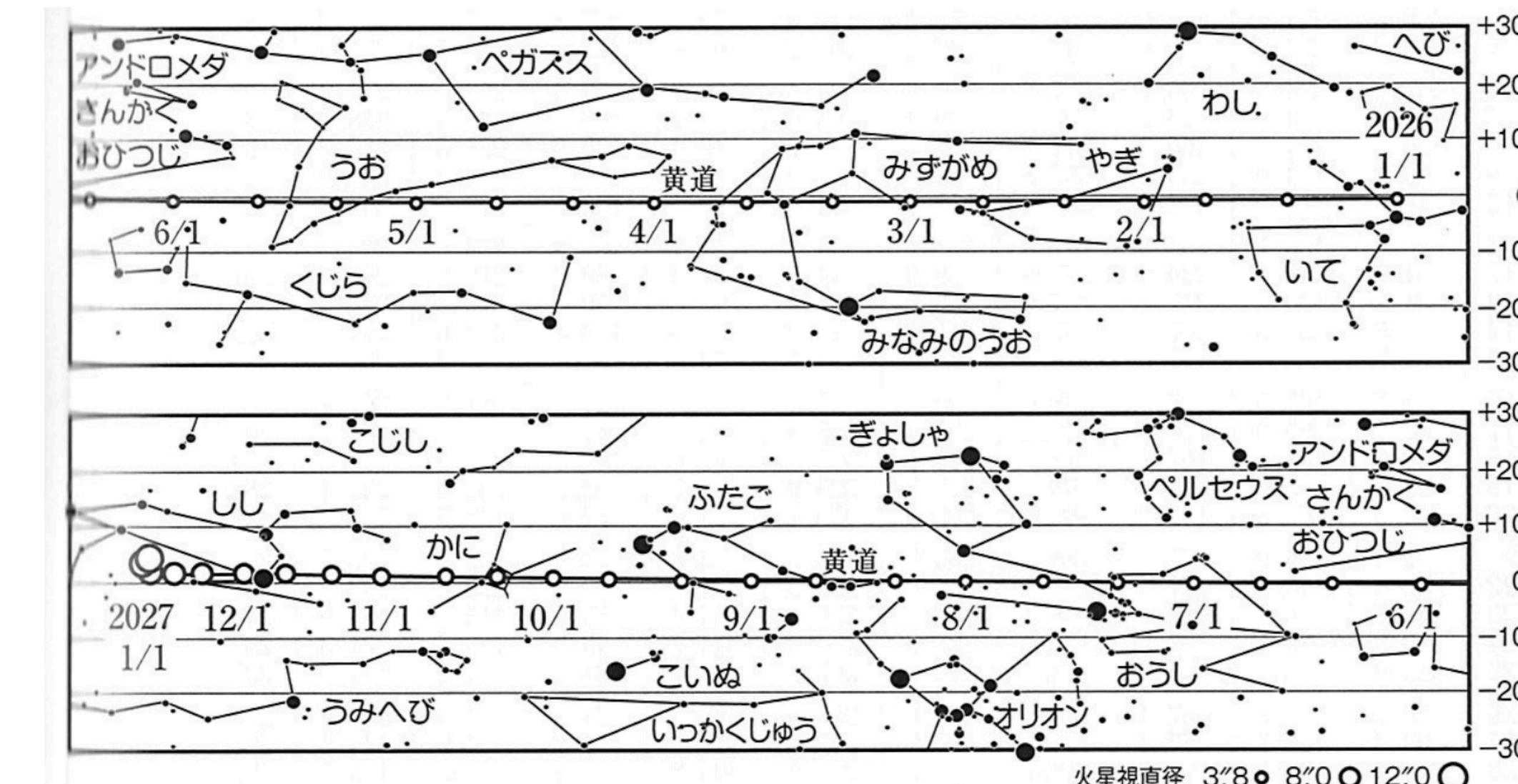


図2 2026年 星座間の火星の動き (黄道中心図, 毎月1・11・21日の位置)

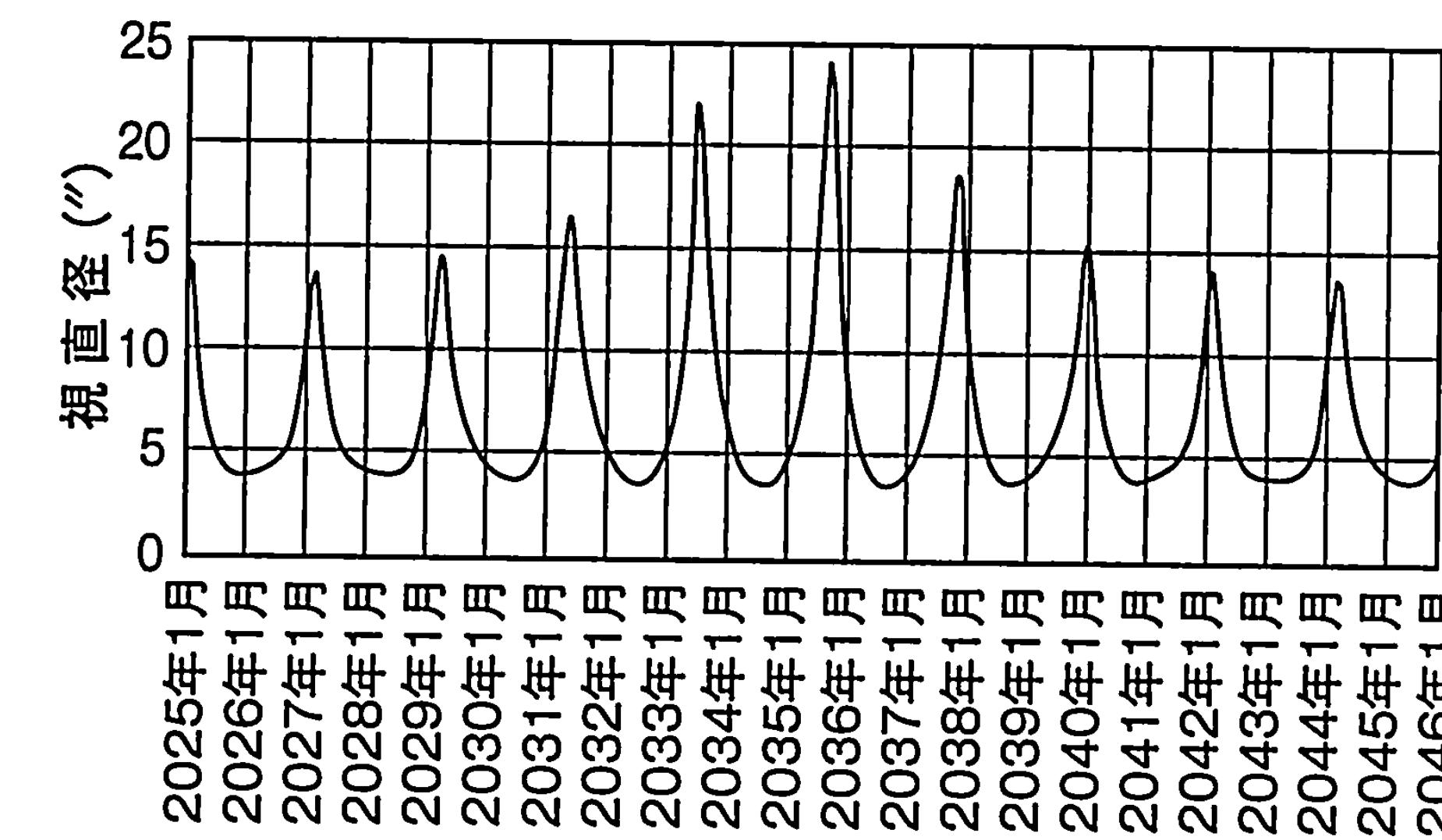


図3 火星の視直径の変化 (2025年～2045年)

2026年の水星・金星

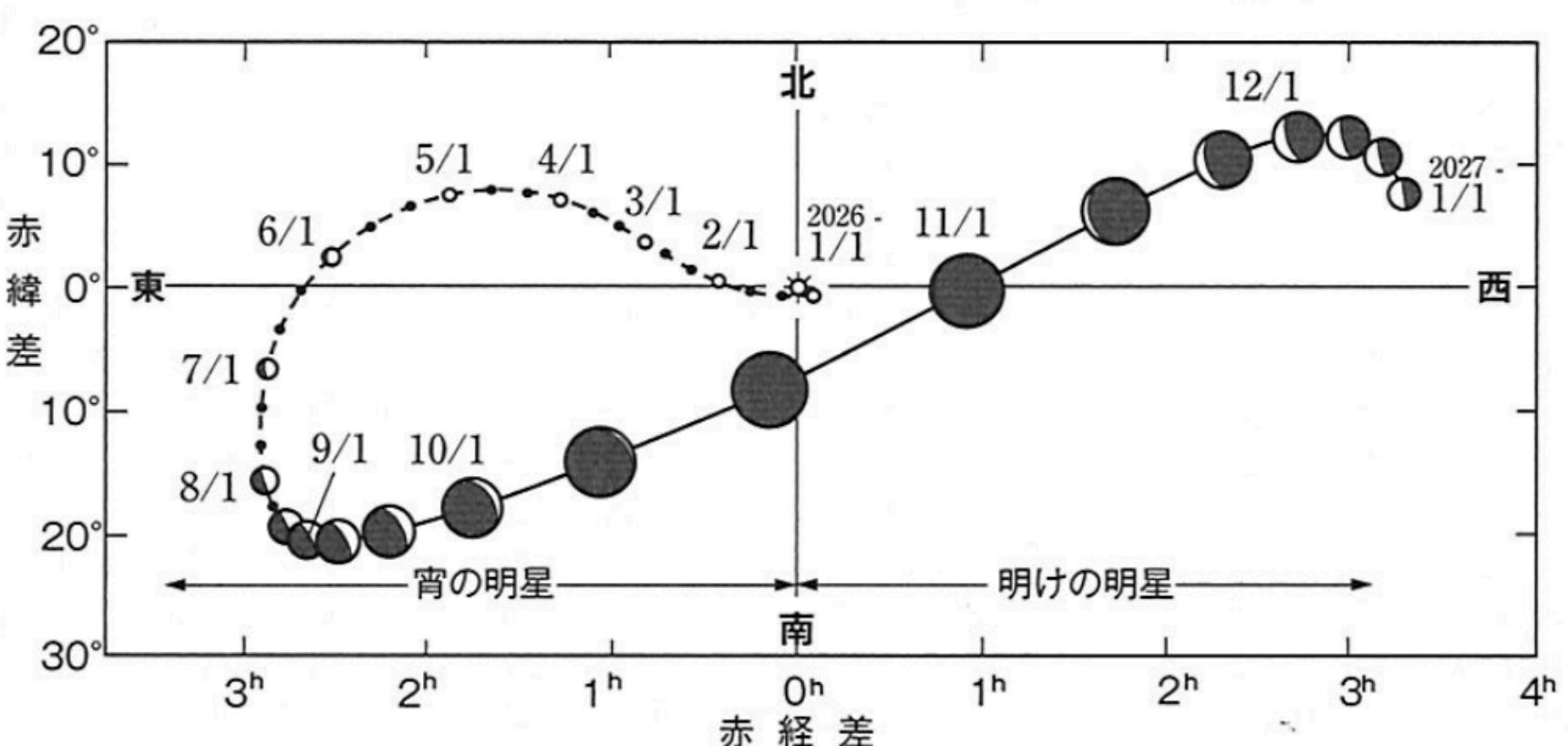
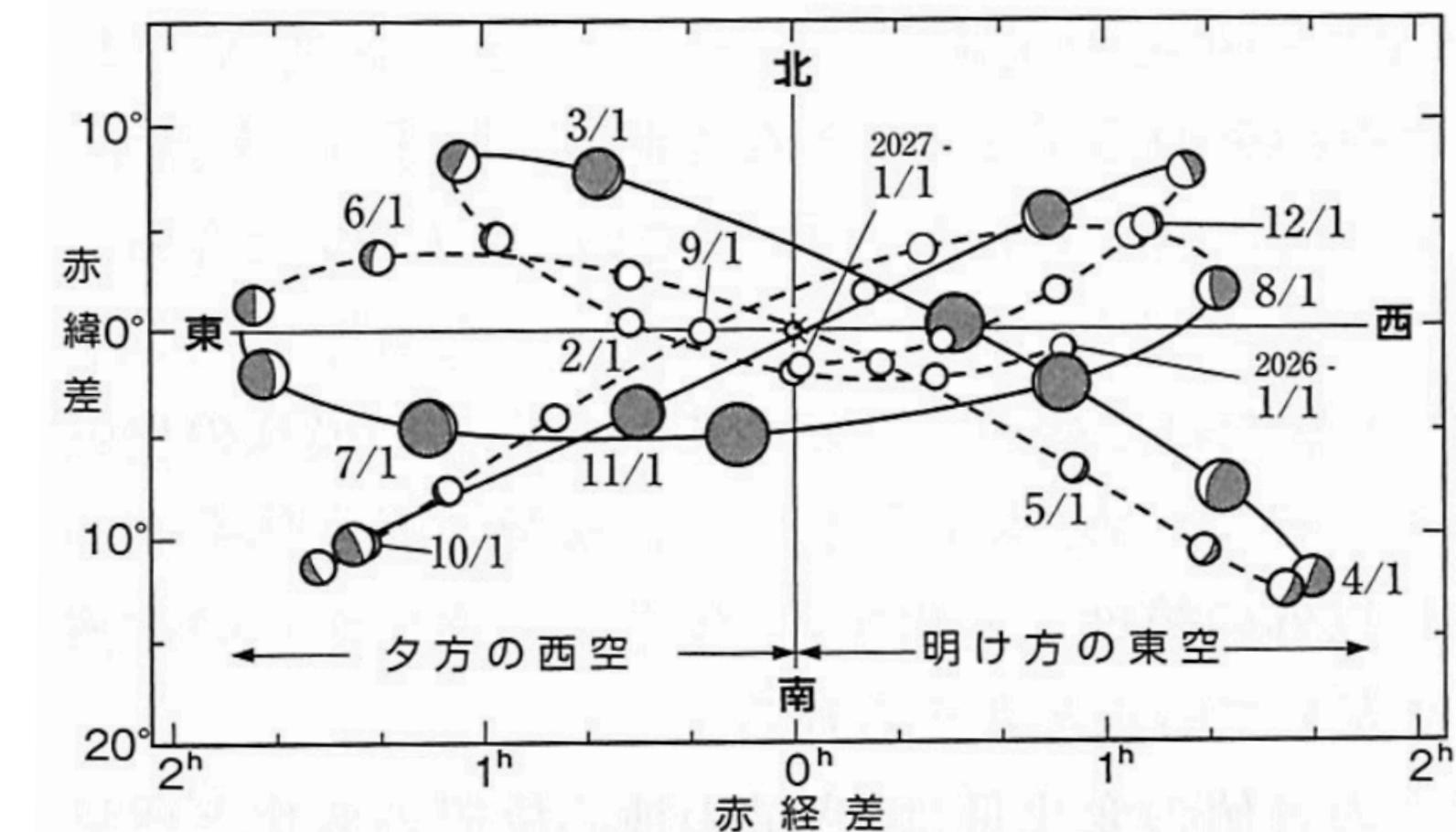


図1 太陽の周りの金星の動き（毎月1・11・21日の位置）

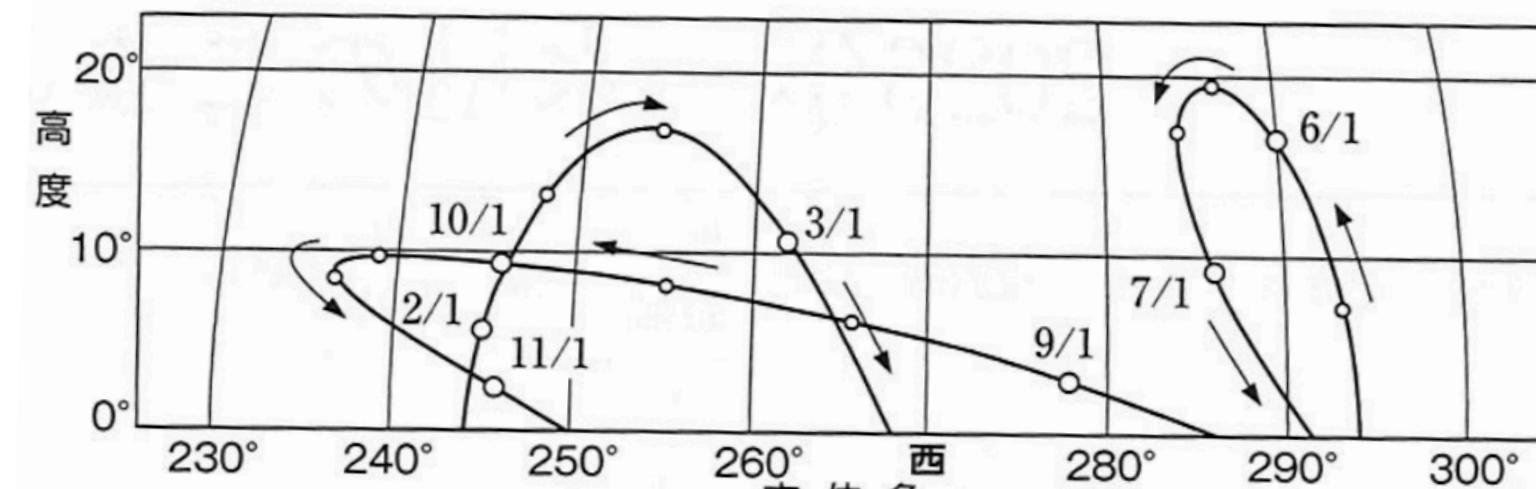


図3 日没時の水星の高度と方位角（東京での値）

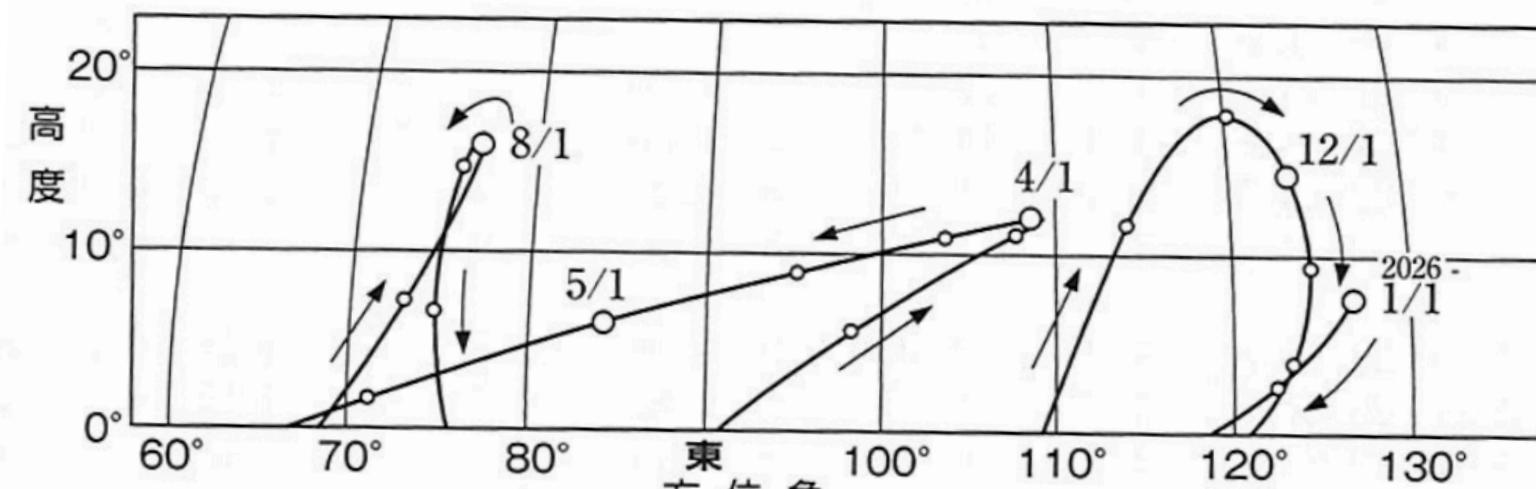


図4 日出時の水星の高度と方位角（東京での値）

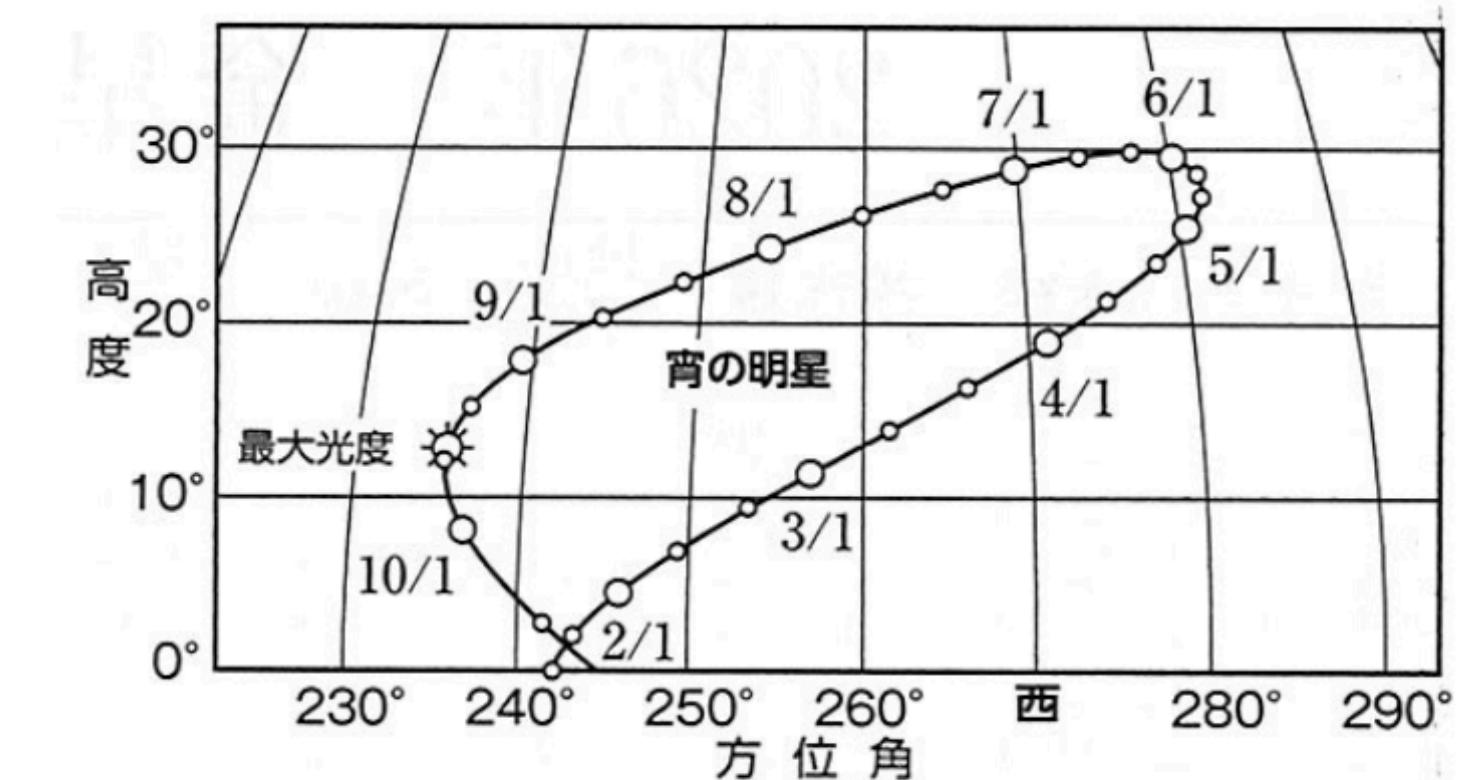


図3 日没時の金星の高度と方位角（東京での値）

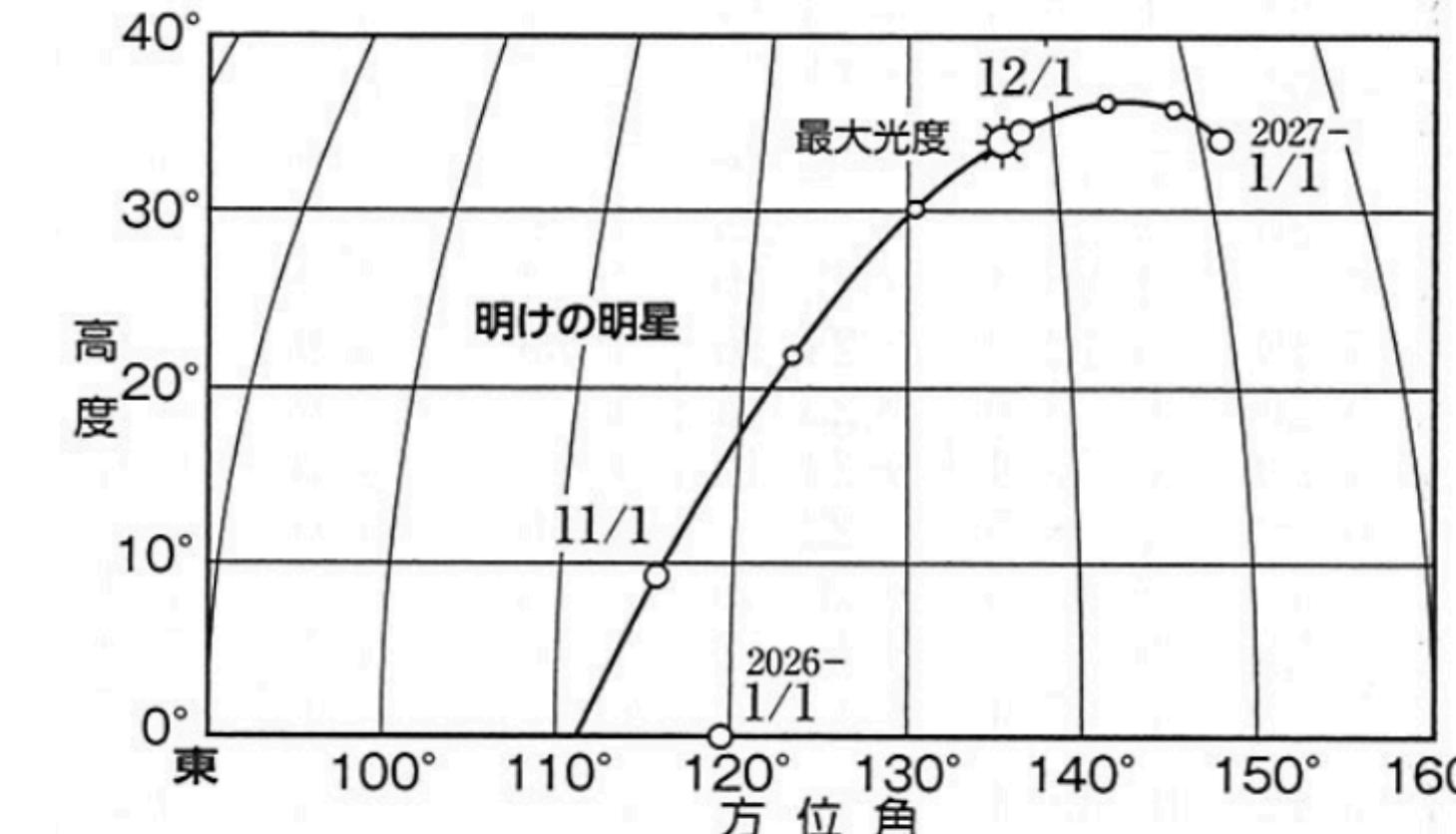
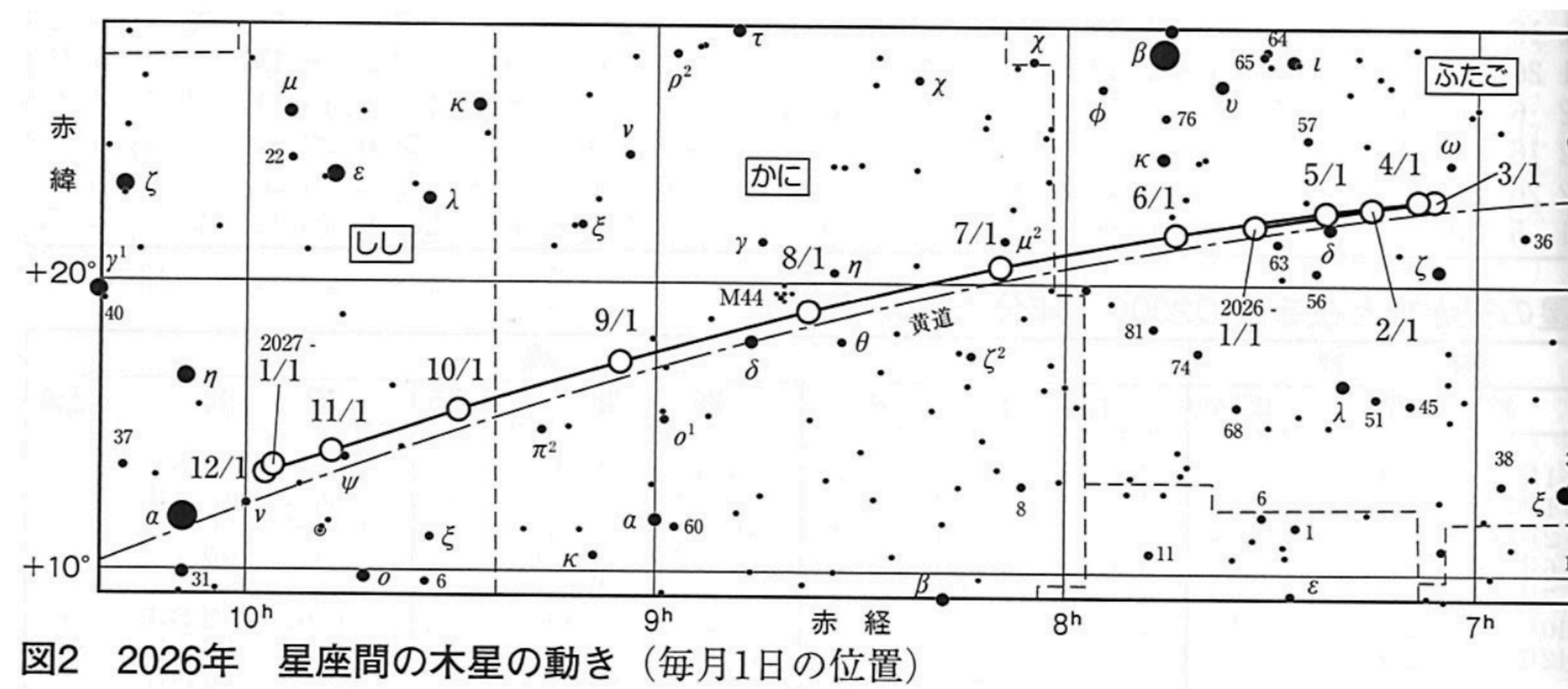
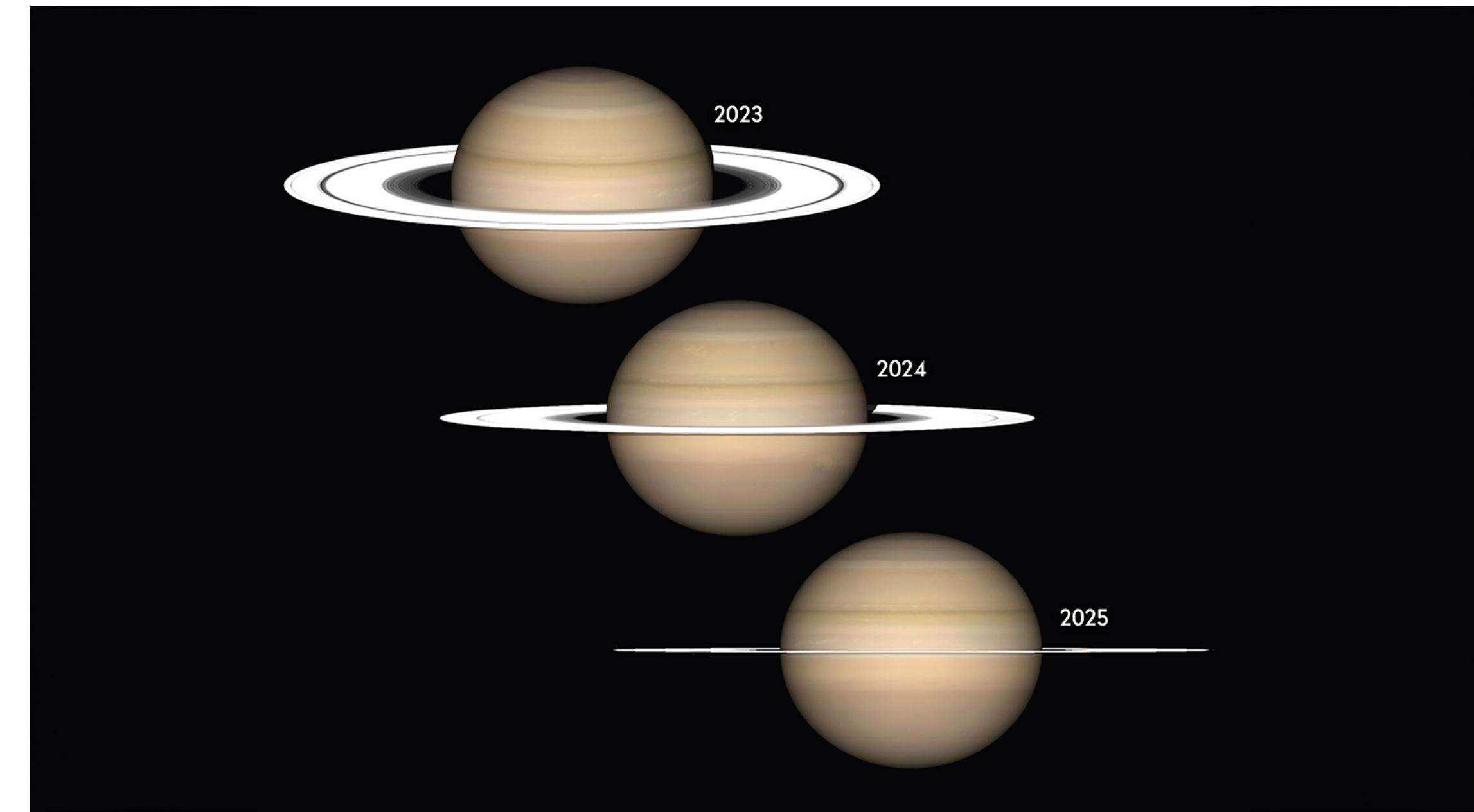
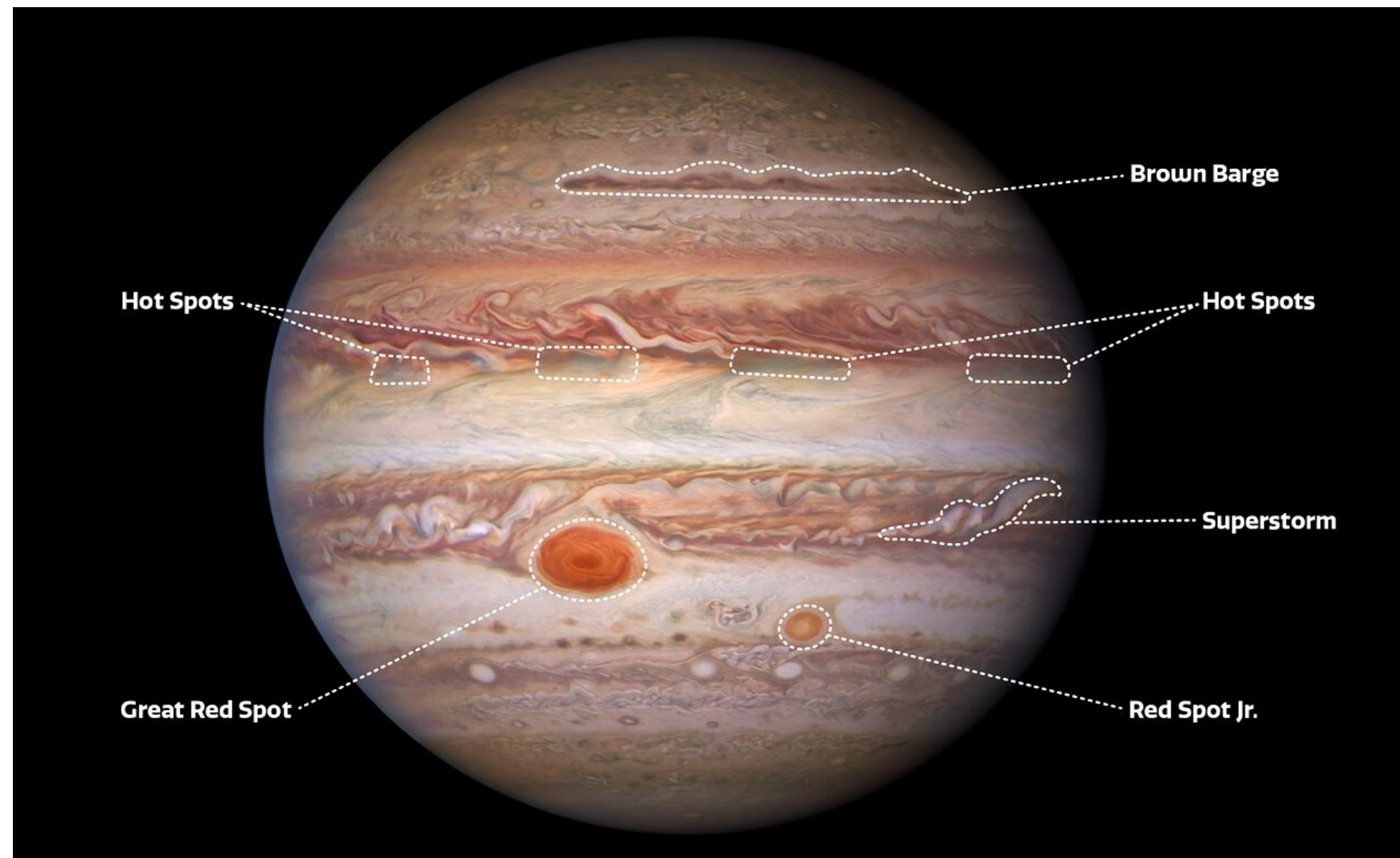
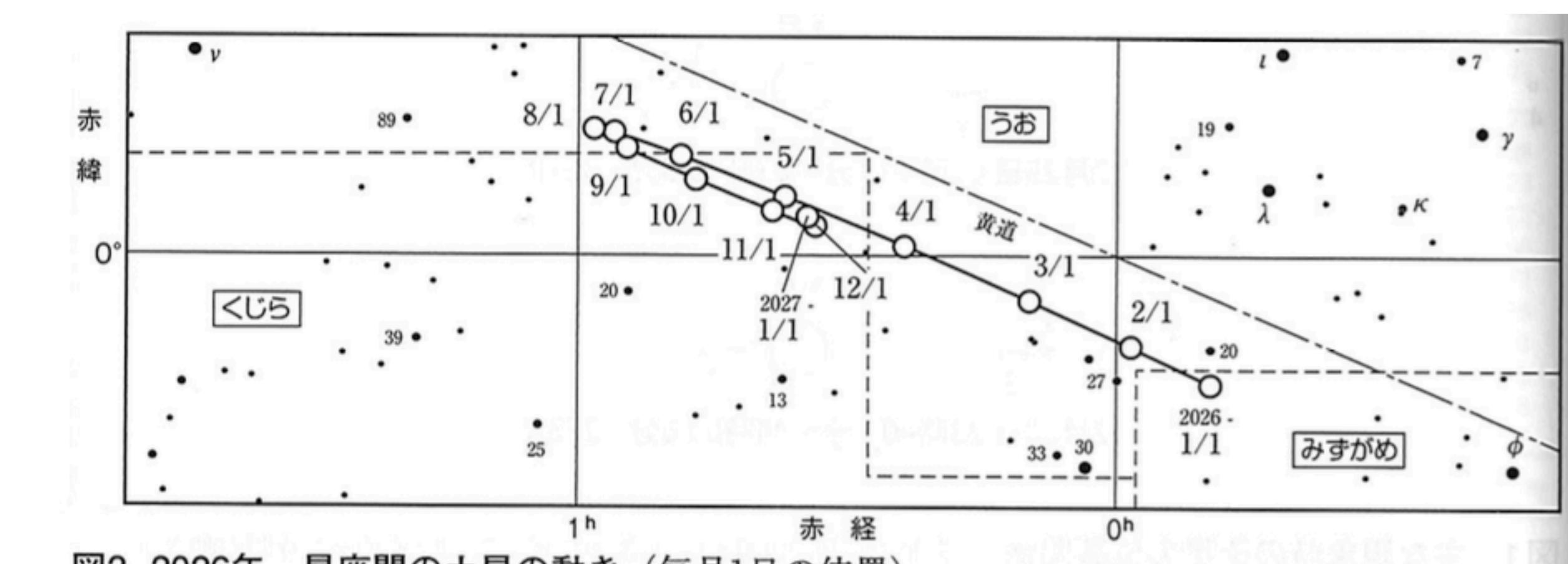


図4 日出時の金星の高度と方位角（東京での値）

2026年の木星・土星



現在よく見えている。2026年は初夏まで。



2026年は夏以降に見える。土星の輪は見えはじめる

2026年の流星群

表1 主要流星群

流星群名称	出現期間	極 大		輻射点		最大 HR	極大時 月齢	速度	観測 条件
		日 時 (日本時)	太陽黃經 (J2000.0)	赤 級	赤 緯				
1 しぶんぎ座	12月28日～ 1月12日	1月 4日06時	283. 15	230°	+ 49°	20	14. 8	中～速	最悪
2 4月こと座	4月14日～ 4月30日	4月23日05時	32. 32	271	+ 34	15	5. 3	中～速	最良
3 みずがめ座 η	4月19日～ 5月28日	5月 6日18時	45. 5	338	- 01	5	18. 9	速	悪
4 やぎ座 α	7月 3日～ 8月15日	7月31日	128	307	- 10	少	17	緩～中	最悪
5 みずがめ座 δ 南	7月12日～ 8月23日	7月31日	128	340	- 16	少	17	中～速	最悪
6 ペルセウス座	7月17日～ 8月24日	8月13日11時	140. 0	48	+ 58	40	0. 3	速	良好
7 はくちょう座 κ	8月 3日～ 8月28日	8月17日	144	288	+ 52	少	5	緩～中	普通
8 9月ペルセウス座 ε	9月 5日～ 9月21日	9月10日03時	166. 7	48	+ 40	少	28. 0	速	良好
9 10月りゅう座	10月 6日～ 10月10日	10月 9日10時	195. 4	262	+ 54	少	27. 9	緩～中	普通
10 オリオン座	10月 2日～ 11月 7日	10月22日	208	95	+ 16	10	11	速	良好
11 おうし座南	9月20日～ 11月20日	11月 6日	223	52	+ 15	少	26	緩～中	良好
12 おうし座北	10月20日～ 12月10日	11月13日	230	58	+ 22	少	3	緩～中	良好
13 しし座	11月 6日～ 11月30日	11月18日09時	235. 27	152	+ 22	5	8. 7	速	良好
14 ふたご座	12月 4日～ 12月20日	12月14日23時	262. 2	112	+ 33	60	5. 5	中	最良
15 こぐま座	12月17日～ 12月26日	12月23日07時	270. 7	217	+ 76	少	13. 9	中	悪

どちらも楽しみ

2026 Highlight

2026 天文現象ハイライト

AstroArts

星空ハンドブック2026

月刊「星ナビ」2026年1月号 特別付録

■1月7日/3月2日 レグレス食

1月7日 しし座α星レグレスの食

3月2日 しし座α星レグレスの食

2026年にはしし座α星レグレスの食が頻繁に起こり、日本からは1月7日、3月2日、5月23日にレグレス食が見られる。1月7日の食は南中に近い月の暗緑からの出現が見やすい。3月2日の食は宵の東の空で起こるが、満月に近く、ごくわずかな暗緑に潜入することになる。5月23日の食は日中の現象だ。

■3月3日 全国で皆既月食

17時44.5分 半影食の始め

18時50.1分 部分食の始め

20時33.7分 皆既食の最大

20時04.5分 皆既食の始め

21時02.8分 皆既食の終わり

22時17.3分 部分食の終わり

23時23.1分 半影食の終わり

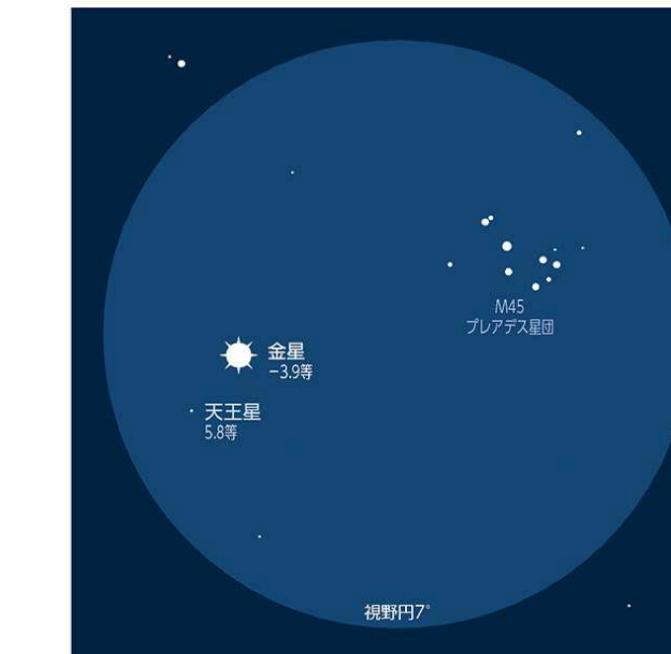
各地の月出時刻
札幌 17時14分
仙台 17時21分
東京 17時28分
大阪 17時46分
福岡 18時08分
那覇 18時25分

2025年9月8日の皆既月食から半年後の3月3日の宵、再び全国で皆既月食が起こる。月が昇って間もない18時50.1分に本影食が始まり、皆既食が最大となる20時33.7分の月の高度は30度前後で見やすい。最大食分は1.156で地球の影の南側を通る。皆既中にしし座56番星(5.9等)の食が起こる。

2026年 注目の天文現象

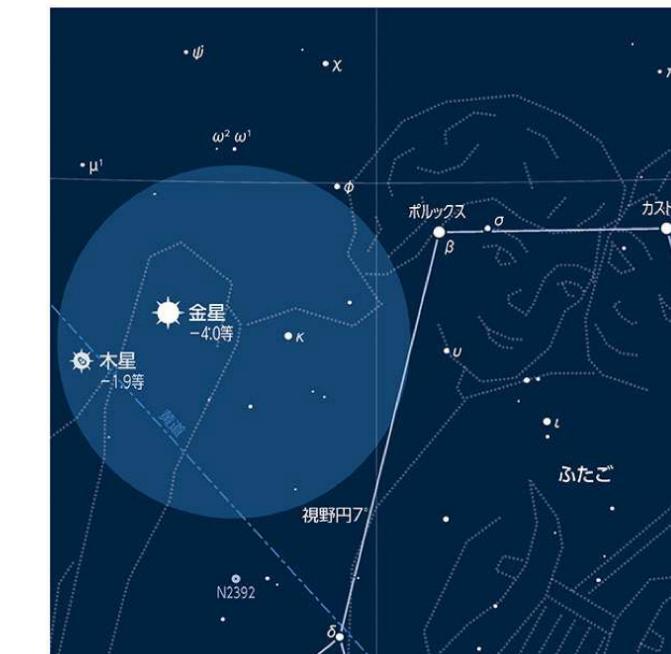
1月	1日	前夜から未明、プレアデス星団の食
	4日	明け方、しぶんぎ座流星群に注目
	7日	レグレスの食(02時21分出現)
	10日	ふたご座で木星が衝(-2.7等)
3月	2日	レグレスの食(20時31分潜入)
	3日	全国で皆既月食(20時34分食最大)
4月	24日	夕方、金星と天王星、 プレアデス星団が接近
	24日	夕方~宵、 月とプレセペ星団が大接近
5月	6~7日	明け方、みづがめ座η流星群に注目
6月	8~10日	夕方、金星と木星が大接近
7月	4日	未明、火星と天王星が超接近
	9日	宵空、金星とレグレスが大接近
	11日	明け方、細い月と プレアデス星団が接近
8月	12~13日	ペルセウス座流星群に注目
	13日	アイスランド、スペインなどで 皆既日食(日本からは見えない)
	15日	夕方の西の空で 金星が東方最大離角
	19日	伝統的七夕(旧七夕)
9月	1~3日	夕方、金星とスピカが大接近
	14日	夕方、月と金星が大接近
	25日	中秋の名月(十五夜)
10月	5日	くじら座で土星が衝(0.3等)
	12日	未明、火星とプレセペ星団が大接近
11月	1日	深夜から翌未明、プレセペ星団の食
	3日	未明~明け方、月と木星・火星が接近
	15~17日	未明、火星と木星が大接近
	24日	18~19時、プレアデス星団の食
12月	1日	未明、木星・火星・レグレス・月が集合
	14~15日	ふたご座流星群に注目
	24日	スーパームーン(本年最大の満月)
	27日	宵~翌明け方、月と木星が大接近

■4月24日 M45と金星と天王星が接近



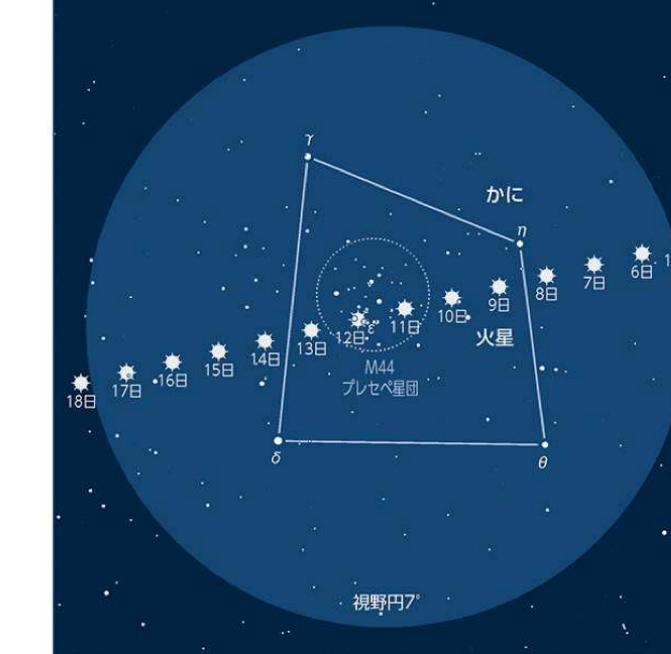
4月中旬から下旬にかけて、西北西の空で少しづつ高度を上げる宵の明星・金星が、プレアデス星団の近くを通過する。プレアデス星団の近くには5.8等の天王星もあり、4月24日には金星が天王星に1度弱まで接近する。高度は低いが、双眼鏡で散開星団の下方には6月16日に東方最大離角となる水星も見える。夕方に見える水星としては最も条件が良いので探してみよう。

■6月9日 ふたご座で金星と木星が接近



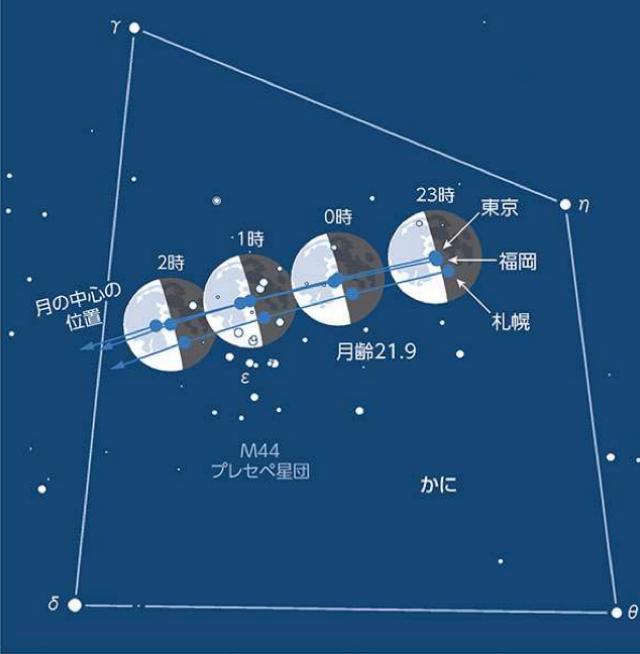
まだ薄明が残る6月上旬の宵の西の空で金星と木星が並んで輝いている。6月9日には金星と木星が1.6度まで大接近し、低倍率の望遠鏡でも同視野に見える。ふたご座のカストルとポルックスの下方には6月16日に東方最大離角となる水星も見える。夕方に見える水星としては最も条件が良いので探してみよう。

■10月12日 火星がプレセペ星団を通過



2027年2月20日に地球に最接近する火星が、未明の東の空で高度を上げてきている。10月上旬から中旬にかけて火星はかに座を横断し、10月12日前後には、かに座の散開星団プレセペ(M44)の中を通過する。6等以下の暗い星が集まる大きな散開星団と1等の明るいオレンジ色に輝く火星の対比が美しい。

■11月1~2日 プレセペ星団の食



11月1日深夜から2日の未明、かに座のプレセペ星団の中を下弦の月が通過して散開星団の星々を隠す現象が見られる。プレセペ星団の星は暗いので、月の暗緑からの出現が観望対象となる。望遠鏡の倍率を高めて月の明るい部分を探してみよう。

■8月13日 ペルセウス座流星群が極大



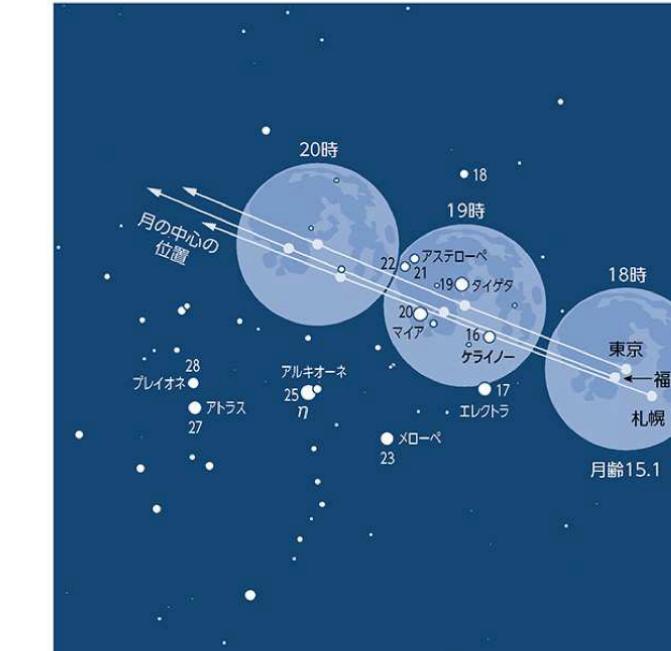
三大流星群のひとつであるペルセウス座流星群が8月13日に極大を迎える。13日が新月なので月明かりがまったくない好条件だが、予想される活動のピークが13日11時で日中のものが惜しい。13日の明け方だけでなく13日の宵にも注目したい。空の暗い場所なら、数分で1個程度の頻度で流星が見られるだろう。

■9月14日 月と金星が大接近



夕方の空で高度を下げている金星が、9月14日に月齢3.3の月と約1.5度まで大接近する。9月19日に最大光度となる金星は-4.5等と明るく、日没前から三日月と並んでいるようすが見えるだろう。なお、9月9日の明け方には月齢2.1の細い月と木星が大接近し、ガリレオ衛星を従えた木星と地球照を伴う月が楽しめる。

■11月24日 プレアデス星団の食



2025年からプレアデス星団(すばる)の食のシーズンに入ったが、2026年に日本から条件よく見られるのは11月24日の現象しかない。満月で星団の星の潜入や出現の瞬間をとらえるのはむずかしいので、月と散開星団を同時に観望する感覚で楽しみたい。写真撮影なら多段階露光してHDR処理に挑戦してもいいだろう。

■12月14日 ふたご座流星群が極大



三大流星群のひとつであるふたご座流星群が12月14日に極大を迎える。極大日には月齢5の月があるが、宵のうちに沈んでしまうので月明かりの影響はほとんどない。14日23時と予想されるピーク時には放射点が高く昇り、最高の条件下で観望できる。ペルセウス座流星群を超える出現も期待できるだろう。

皆既月食が3月3日とに起こる。20時34分に食が最大。

真貝は、ハルカス屋上で観望会イベント

秋には夜空に多くの惑星が集合する

Treegonometry creates perfect Christmas tree

Festive maths students from the University of Sheffield (UK) have created formulas for the perfect Christmas tree.



100cmのツリーならば、



$$\text{Number of baubles} = \frac{\sqrt{17}}{20} \times (\text{tree height in cms})$$

21個



$$\text{The length of tinsel (cms)} = \frac{13 \times \pi}{8} \times (\text{tree height in cms})$$

511cm

$$\text{The length of lights (cms)} = \pi \times (\text{tree height in cms})$$

314cm

$$\text{The height of the star/fairy (cms)} = \frac{\text{height of tree (in cms)}}{10}$$

10cm



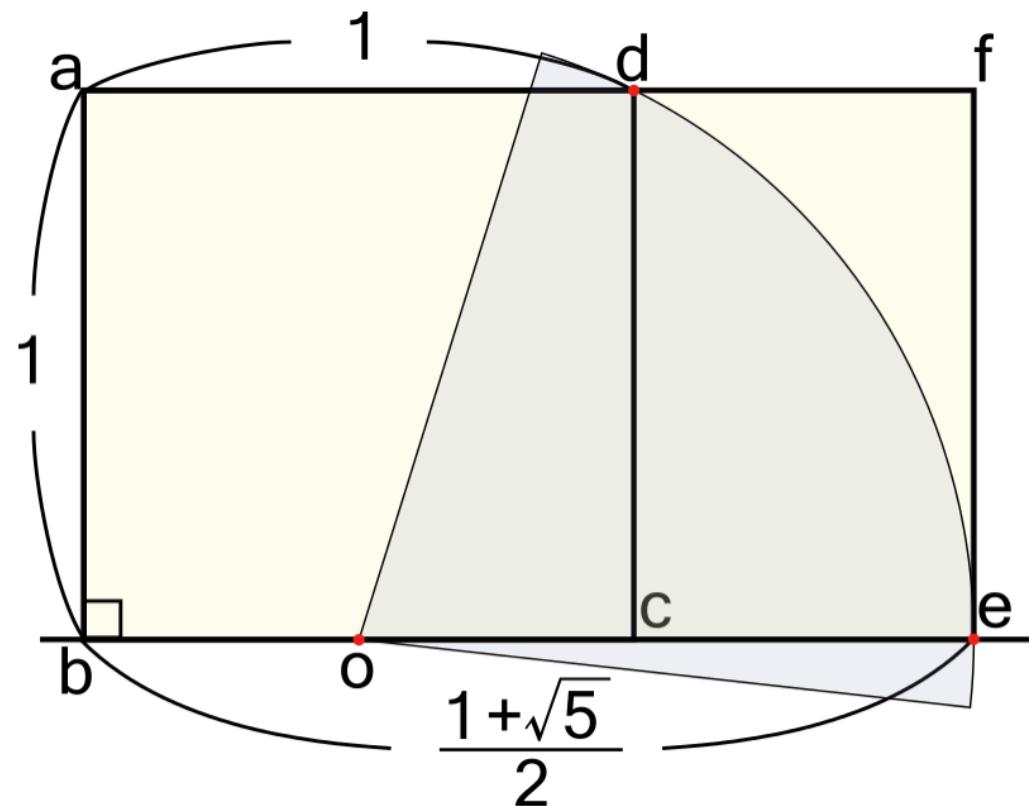
http://www.field-pr.net/news_bqLc5n6L38.html

<http://www.shef.ac.uk/news/nr/debenhams-christmas-tree-formula-1.227810>

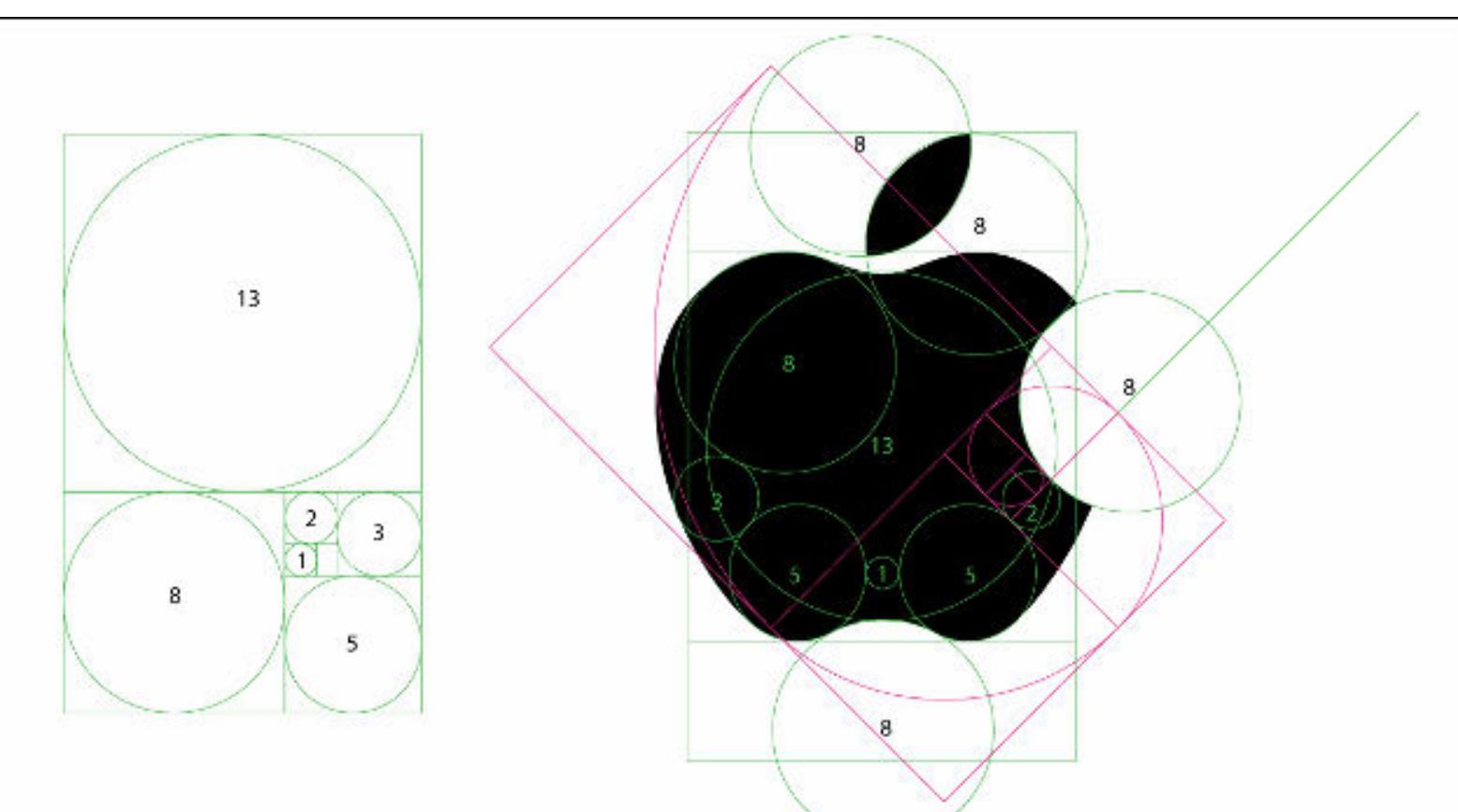
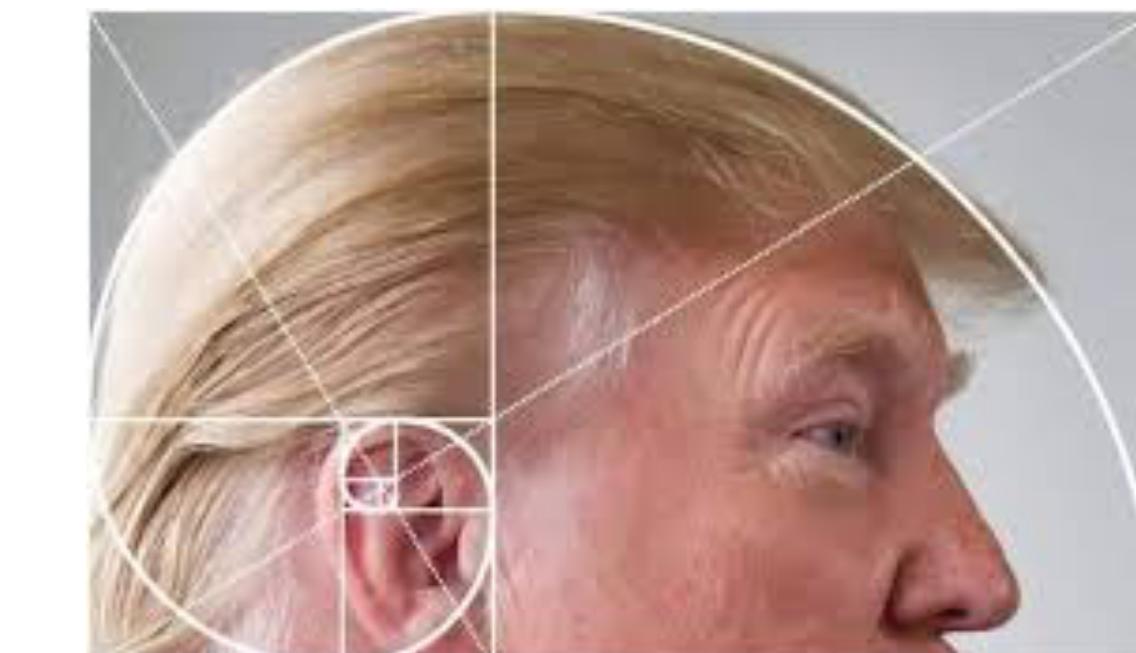
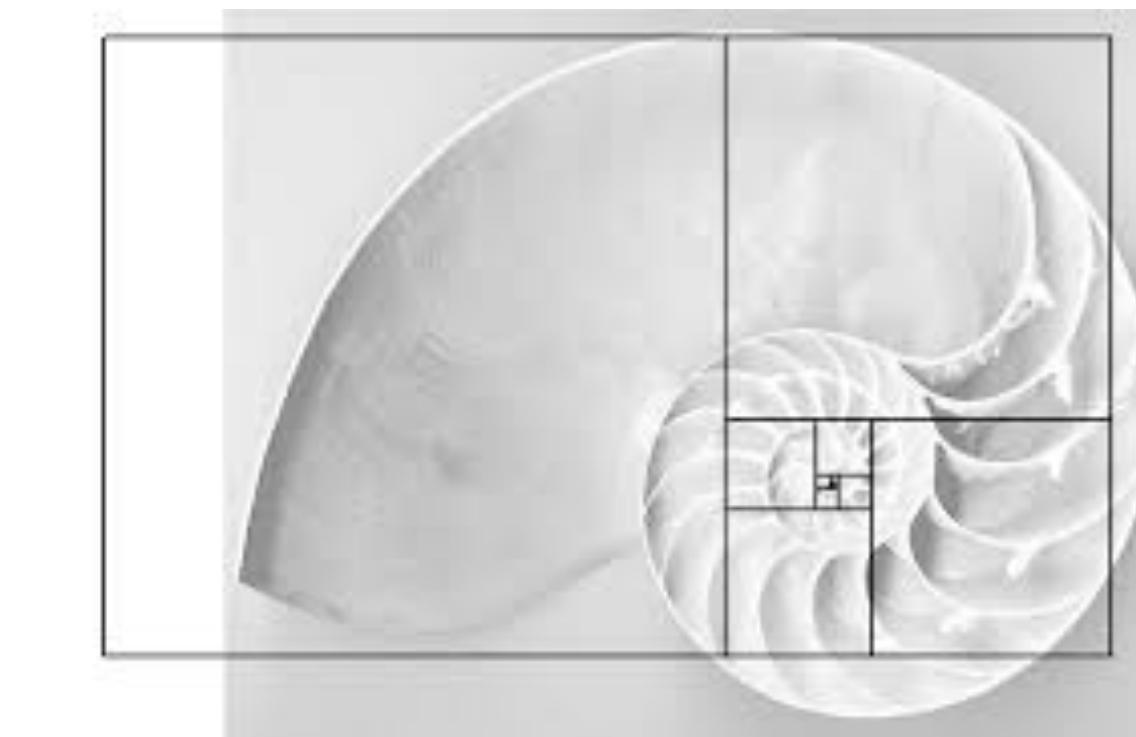
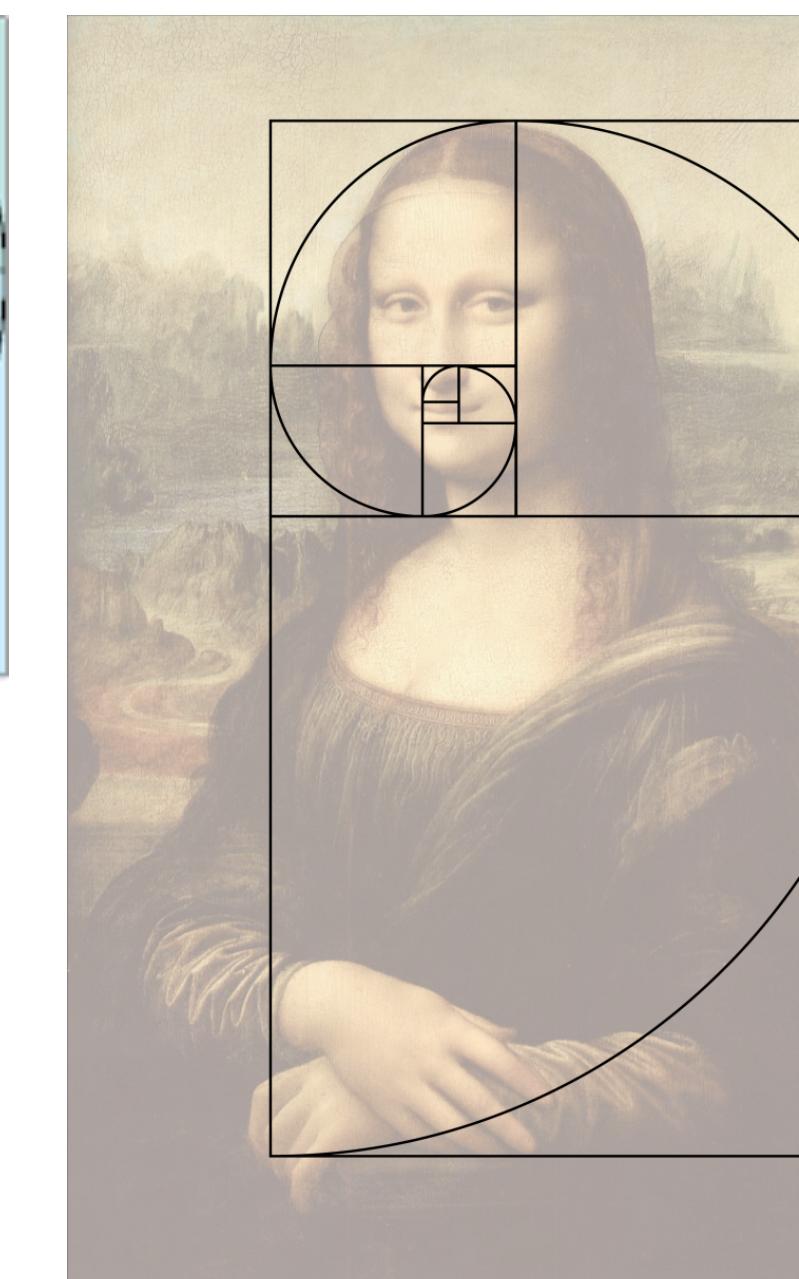
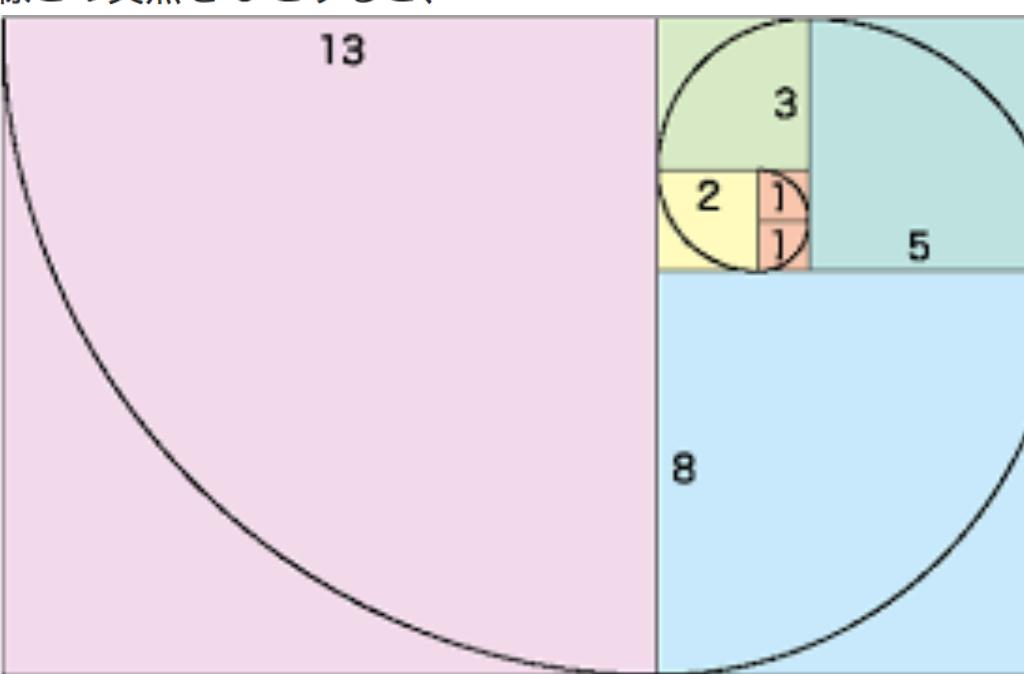
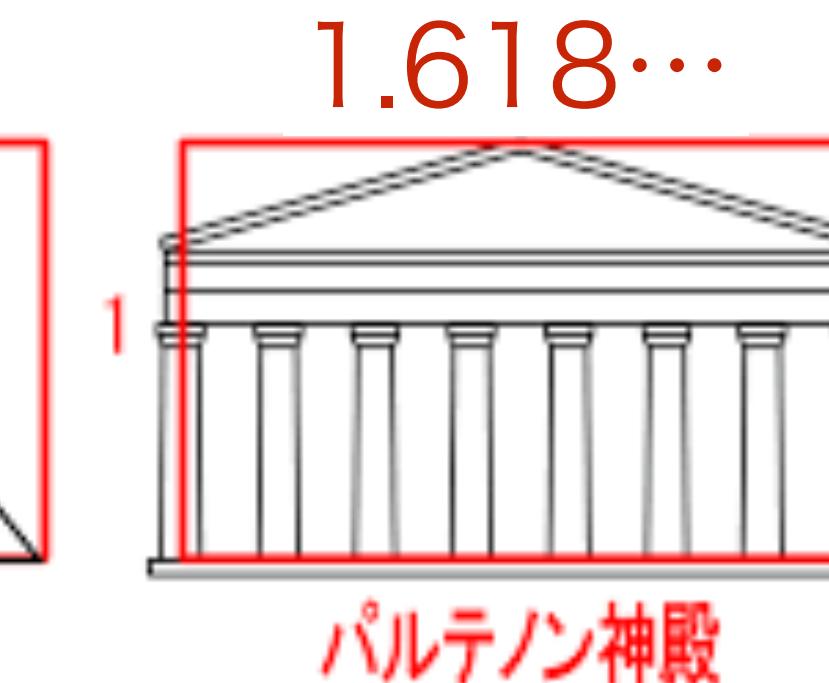
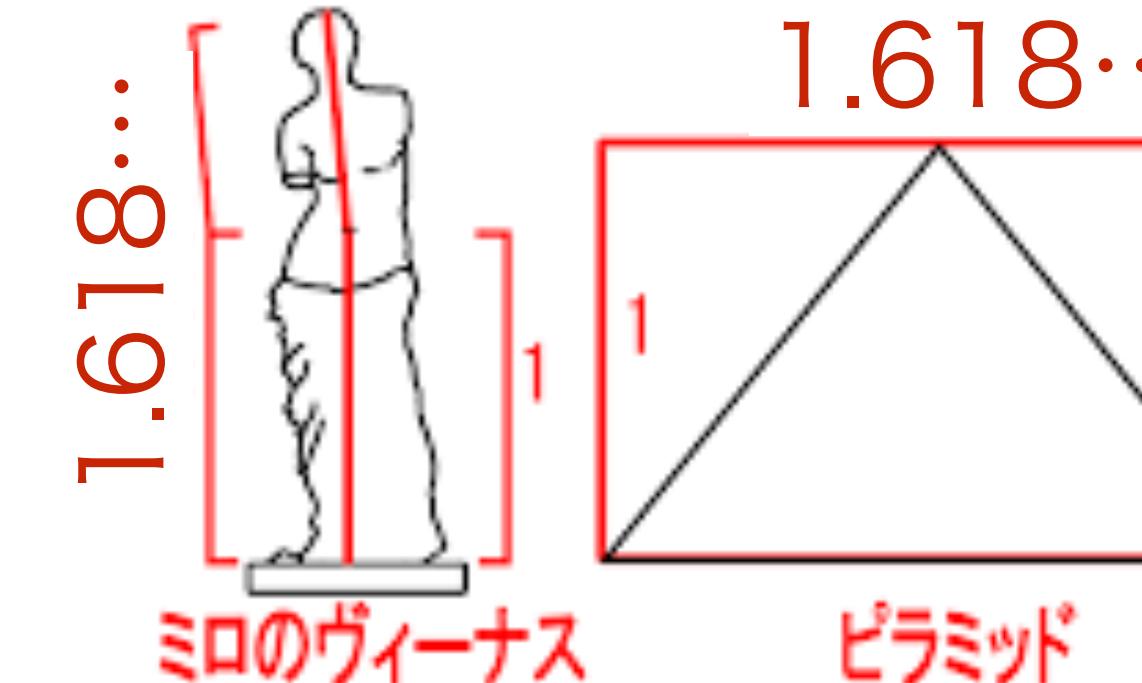
黄金比 Golden Ratio

$$\frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1.6180339887\dots$$

作図 [編集]



正方形 $abcd$ を作り、辺 bc の中点 o を中心に、線分 oa または od を半径とした円を描き、それと辺 bc の延長線との交点を e とすると、 $ab : be$ が黄金比となる。



トナカイの鼻が赤いのは…「寒空に必須」毛細血管が発達

BMJ

BMJ 2012;345:e8311 doi: 10.1136/bmj.e8311 (Published 17 December 2012)

Page 1 of 6

RESEARCH

CHRISTMAS 2012: RESEARCH

Why Rudolph's nose is red: observational study

OPEN ACCESS

Can Ince professor¹, Anne-Marije van Kuijen PhD candidate², Dan MJ Milstein postdoctoral research fellow³, Koray Yürük PhD candidate³, Lars P Folkow professor⁴, Wytske J Fokkens professor², Arnoldus S Blix professor⁴

¹Department of Intensive Care Medicine, Erasmus Medical Center, Erasmus University Rotterdam, 's Gravendijkwal 230, PO Box 2040, 3000 CA Rotterdam, Netherlands; ²Department of Otorhinolaryngology, Academic Medical Center, University of Amsterdam, Netherlands; ³Department of Translational Physiology, Academic Medical Center, University of Amsterdam; ⁴Department of Arctic and Marine Biology, University of Tromsø, Norway

Abstract

Objective To characterise the functional morphology of the nasal microcirculation in humans in comparison with reindeer as a means of testing the hypothesis that the luminous red nose of Rudolph, one of the most well known reindeer pulling Santa Claus's sleigh, is due to the presence of a highly dense and rich nasal microcirculation.

Design Observational study.

Setting Tromsø, Norway (near the North Pole), and Amsterdam, the Netherlands.

Participants Five healthy human volunteers, two adult reindeer, and a patient with grade 3 nasal polyposis.

Main outcome measures Architecture of the microvasculature of the nasal septal mucosa and head of the inferior turbinates, kinetics of red blood cells, and real time reactivity of the microcirculation to topical medicines.

Results Similarities between human and reindeer nasal microcirculation were uncovered. Hairpin-like capillaries in the reindeers' nasal septal mucosa were rich in red blood cells, with a perfused vessel density of 20 (SD 0.7) mm/mm². Scattered crypt or gland-like structures surrounded

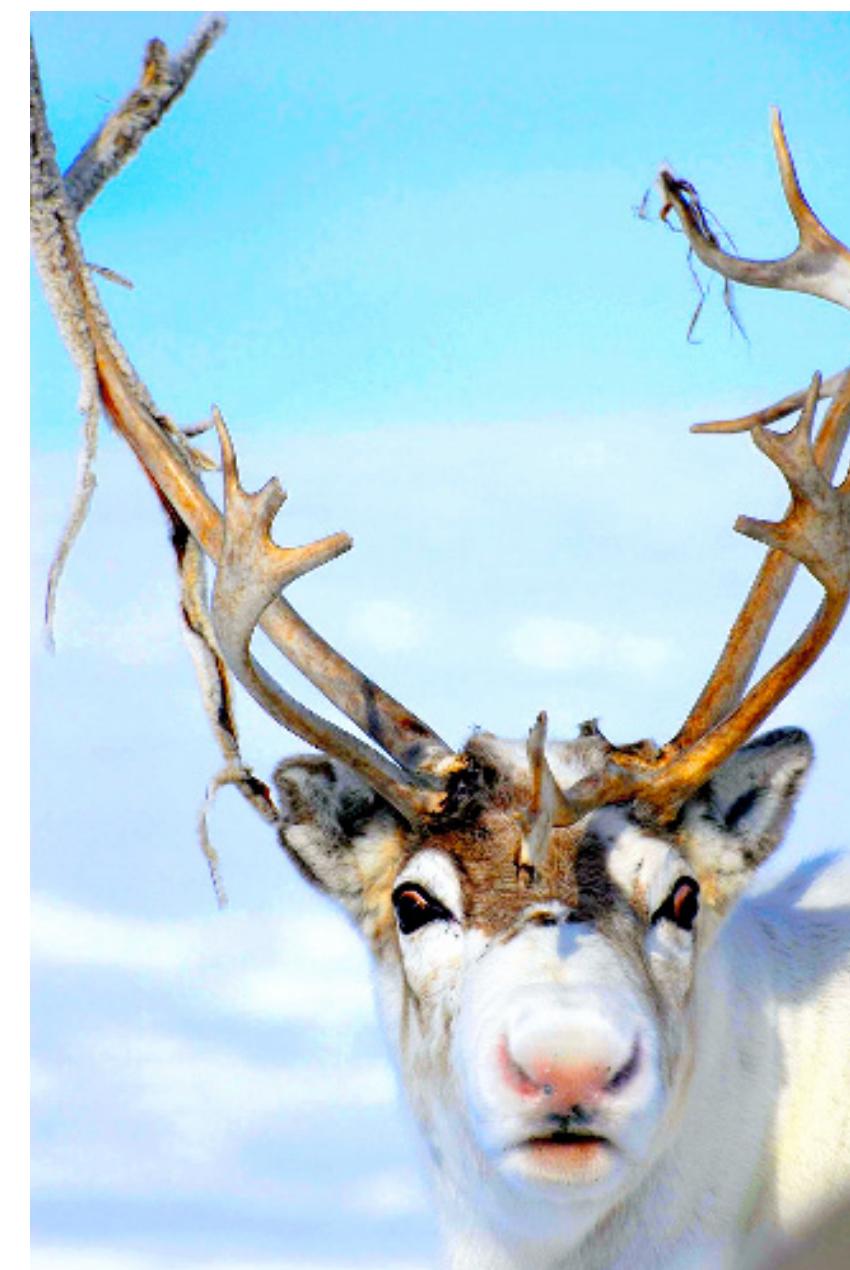
by capillaries containing flowing red blood cells were found in human and reindeer noses. In a healthy volunteer, nasal microvascular reactivity was demonstrated by the application of a local anaesthetic with vasoconstrictor activity, which resulted in direct cessation of capillary blood flow. Abnormal microvasculature was observed in the patient with nasal polyposis.

Conclusions The nasal microcirculation of reindeer is richly vascularised, with a vascular density 25% higher than that in humans. These results highlight the intrinsic physiological properties of Rudolph's legendary luminous red nose, which help to protect it from freezing during sleigh rides and to regulate the temperature of the reindeer's brain, factors essential for flying reindeer pulling Santa Claus's sleigh under extreme temperatures.

Introduction

The nasal microcirculation has important physiological roles such as heating, filtering, and humidifying inhaled air, controlling inflammation, transporting fluid for mucus formation, and delivering oxygen to the nasal parenchymal cells. The pathophysiology of many nasal conditions, such as

英医学誌「BMJ」クリスマス特別号



トナカイの鼻が赤いのは、鼻の毛細血管がよく発達していて赤血球が十分供給されているためであることが、オランダとノルウェーの研究チームの研究でわかった。外気を取り入れる際に温め、脳を守る役目があるらしく、「寒空でサンタクロースのそりを引くために、赤鼻が必須の役割を果たしている」としている。

北米航空宇宙防衛司令部(NORAD) 今年もサンタを追跡

NORAD Tracks Santa

日本語

サンタ追跡 サンタのアクティビティ・ページ NORADについて NORAD Tracks Santa チーム

サンタの追跡方法

NORAD はレーダー、人工衛星、サンタ・カメラ、ジェット戦闘機の 4 つの最新鋭システムでサンタを追跡します。

まず使用するのは北米警戒システムと呼ばれる NORAD レーダー・システムです。この強力レーダー・システムは、北米の北部国境に張り巡らされた 47 の施設で構成されています。NORAD はクリスマスイブにこのレーダーを絶えず監視してサンタクロースが北極を出発する瞬間をキャッチします。

サンタが飛び立ったのをレーダーで確認したら、次の検知システムの出番です。地球の上空約 35,888 km の静止軌道上には赤外線センサーが搭載され熱を感知することのできる人工衛星が複数配置されています。なんと赤鼻のトナカイ、ルドルフの鼻からは赤外線信号が放出されているため、NORAD の人工衛星はルドルフとサンタの位置を検知できるのです。

3 番目の追跡システムはサンタ・カメラ・ネットワークです。サンタ追跡プログラムをインターネット上で展開し始めた 1998 年から使用しています。サンタ・カメラは超クールなハイテクの高速デジタルカメラで、世界中にあらかじめ設置されています。NORAD ではこれらのカメラをクリスマスイブの 1 日だけ使用します。これで世界中を飛び回るサンタとトナカイの画像と動画を捉えます。

追跡システムの 4 番手はジェット戦闘機です。CF-18 戦闘機を操縦するカナダ NORAD のパイロットがサンタに接近し北米へと迎え入れます。米国内では F-15 や F-16、F-22 戦闘機を操縦する米国 NORAD のパイロットがサンタとその有名なトナカイ達、ダッシャー、ダンサー、プランサー、ヴィクゼン、コメット、キューピッド、ドナー、ブリッヂエン、そして勿論、ルドルフとのスリル満点の共同飛行を実現します

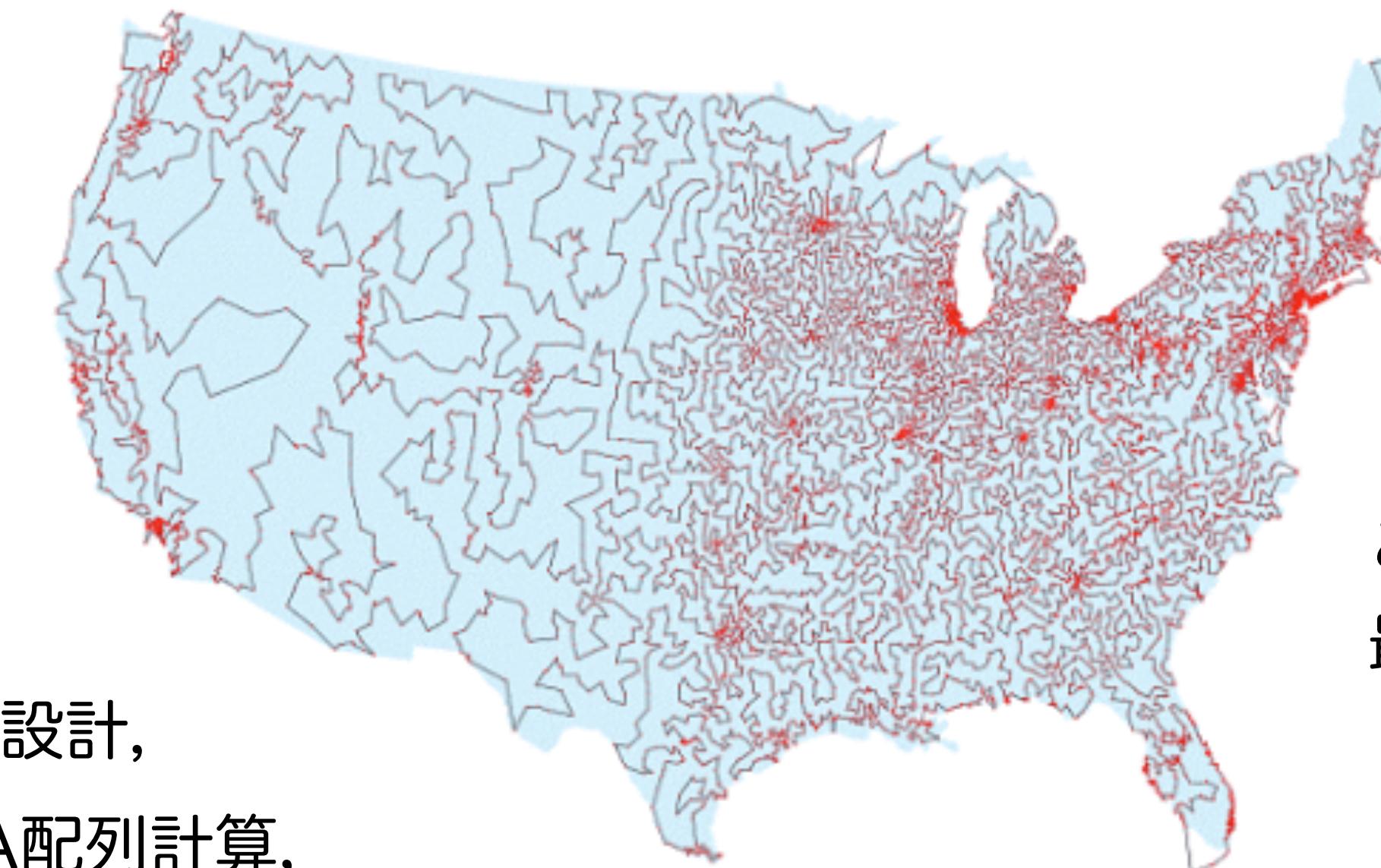
<http://www.noradsanta.org/>

多くの都市を最短ルートで巡る方法は？

【原理的に解けるが、数が多いと難しい問題】

応用例：

コンピュータ回路設計,
遺伝子技術のDNA配列計算,
航空機の路線設定,
光ファイバーケーブルのネットワーク形成,
チェーンストアの在庫管理システム. . .

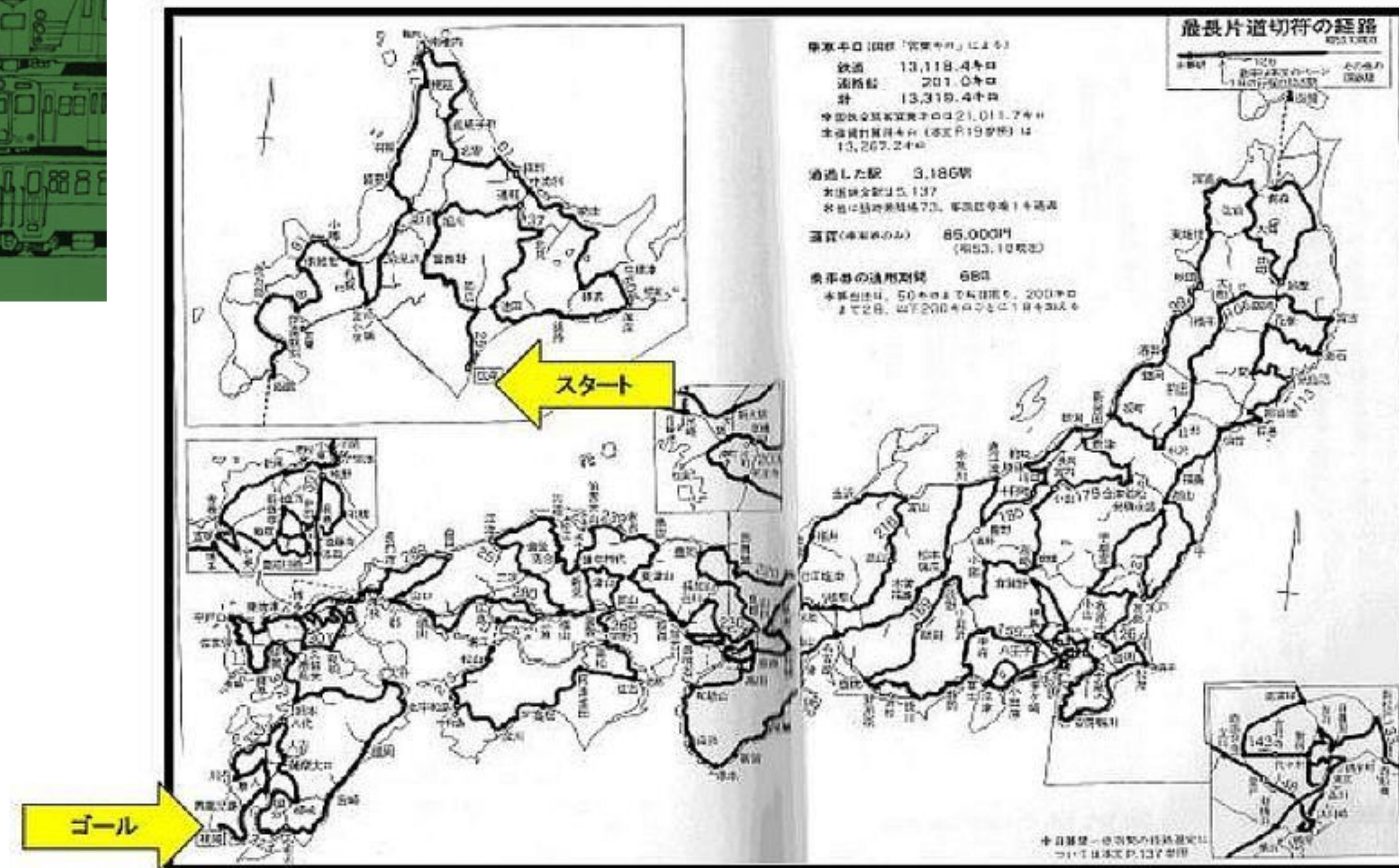


これまで解かれた
最大数は85900都市



1978年

最短距離2,764.2キロのところを13,319.4キロかけ,
切符の値段は65,000円。有効期間は68日間



日本經濟新聞

大阪市営地下鉄 一筆書き最長ルート



大阪市営地下鉄 一筆書きで行く（とことんサーチ） 駅の旅乗り継ぎ4時間半

2015/10/17 6:00

小 中 大  保存  印刷  リプリント      ▼ 共有

中心部が碁盤の目状になっているため、乗り換えが複雑な大阪市営地下鉄。巨大な路線網を眺めていてふと思いついた。「一筆書き」で乗り継いだらどのくらいの長さになるのか。市交通局の協力のもと一筆書きの最長ルートをはじき出し、乗車に挑戦した。

同地下鉄の場合、運賃は乗降駅の組み合わせで決まるため、初乗り運賃で一日中乗り続け、すべての路線を乗りつぶすことも可能。しかし、それではきりがないので、「同じ駅を2度通らない」というJRの片道切符の規則を当てはめてルートを選定した。市交通局の永沢良太さん（34）によると、最長ルートにするには湾岸方面と大阪府守口市方面で路線を乗り継ぎ、距離を稼ぐことがポイント。中心部の細かい乗り換えを加え、図に示した最長ルートができた。

10月上旬のある日、午後1時に江坂駅で永沢さんと合流。「駆け込み乗車はしない」など乗車マナーを確認し、なかもず駅までの370円切符を買った。

乗車約10分後、梅田駅で下車し、改札を出る。東梅田駅と西梅田駅を含めた3つの「梅田」は改札を出ても30分以内なら乗り換え可能。少し歩いて西梅田駅で四つ橋線に乗る。四ツ橋駅は改札内で心斎橋駅とつながっており、こちらは駅名が違えども改札を出さずに乗り換えできる。



関西JR 一筆書き最長ルート



日本経済新聞

朝刊・夕刊
ストーリー
Myニュース
日

トップ 速報 経済・金融 政治 ビジネス マーケット テクノロジー 國際 オピニオン スポーツ

2019/8/20

<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO48720300Z10C19A8AA1P00/>

JR「大回り乗車」切符200円で関西巡る748キロの旅

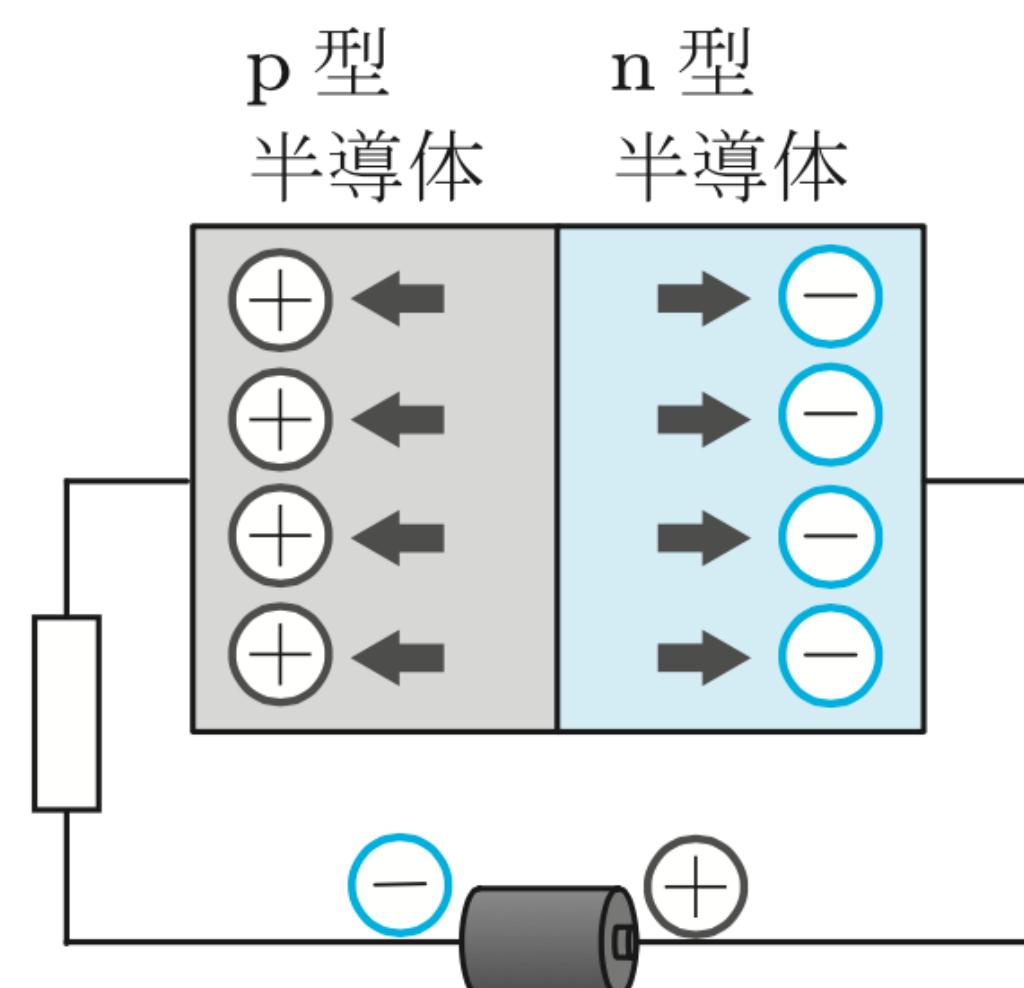
ダイオード Siの共有結合に不純物を入れた物質(P型, N型)を接合させる

P型半導体（電子数が欠けていて空孔状態になっている半導体）とN型半導体（自由電子数が過剰な半導体）をつなぐ（PN接合）と、電流を一方向にしか流さない**ダイオード**の素子ができる。この性質を**整流性**という。

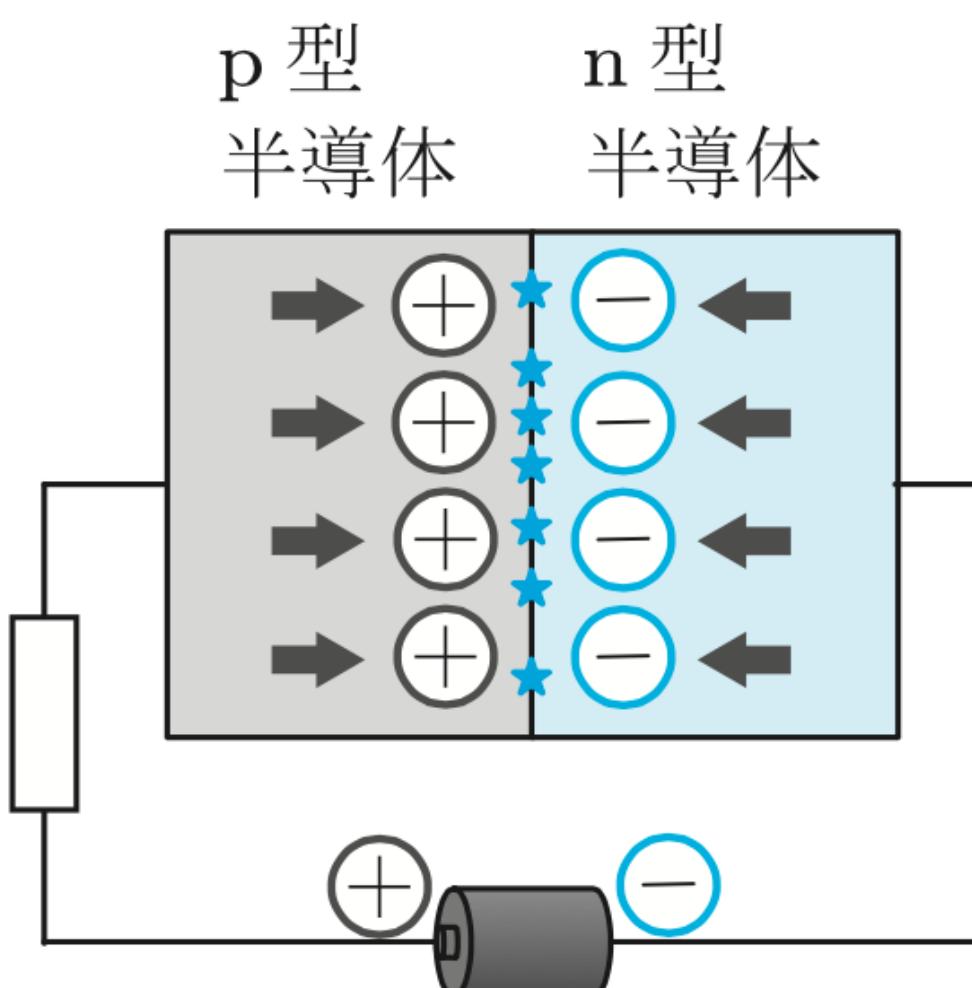
電流の向きが一方向だけの素子（ダイオード）ができる

PN接合部での電子のエネルギー遷移を利用して発光させるのが、**発光ダイオード**（LED）である。LEDは電気を直接光に変換するので、白熱電球や蛍光灯に比べてエネルギー効率が良い。

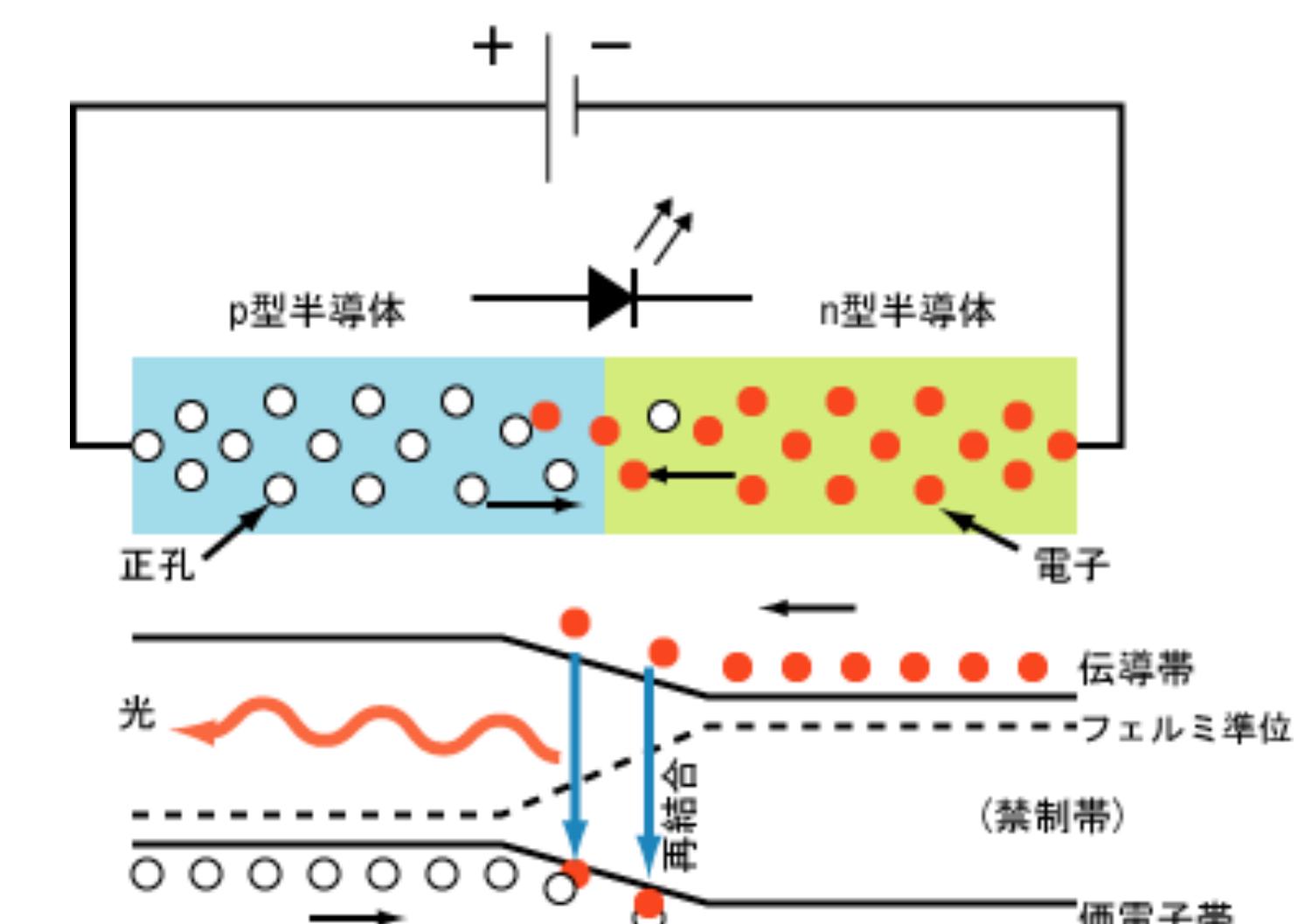
接合面で光るものができる（発光ダイオード）



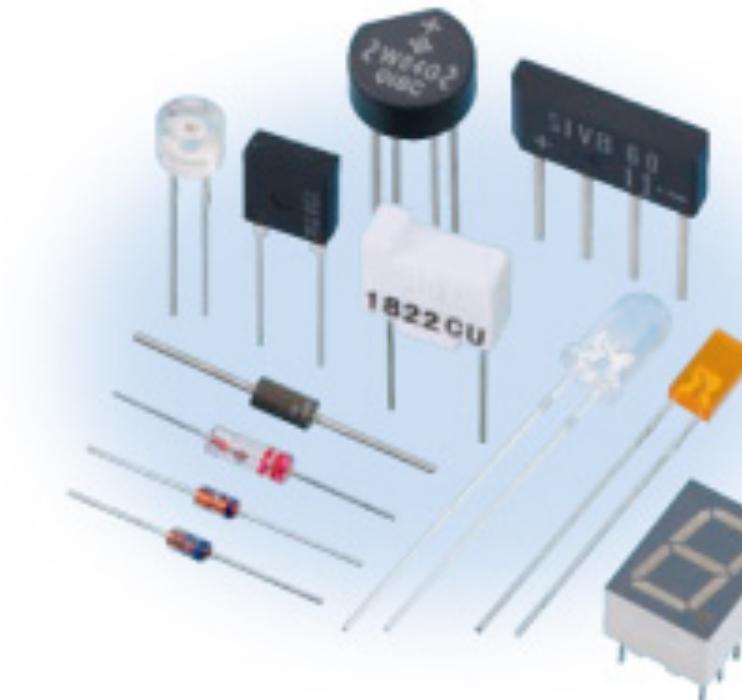
(a) 電流が流れない向き



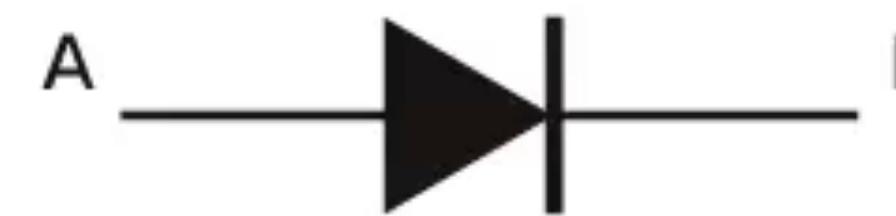
(b) 電流が流れる向き



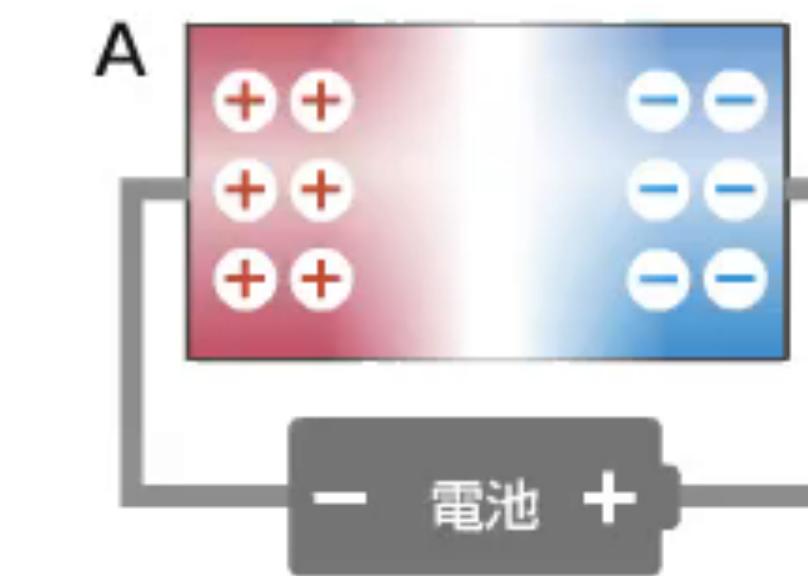
ダイオードは電気を一方方向にしか流さない



Siの共有結合に不純物を入れた物質(P型, N型)を接合させる



▶▶ 次に進む



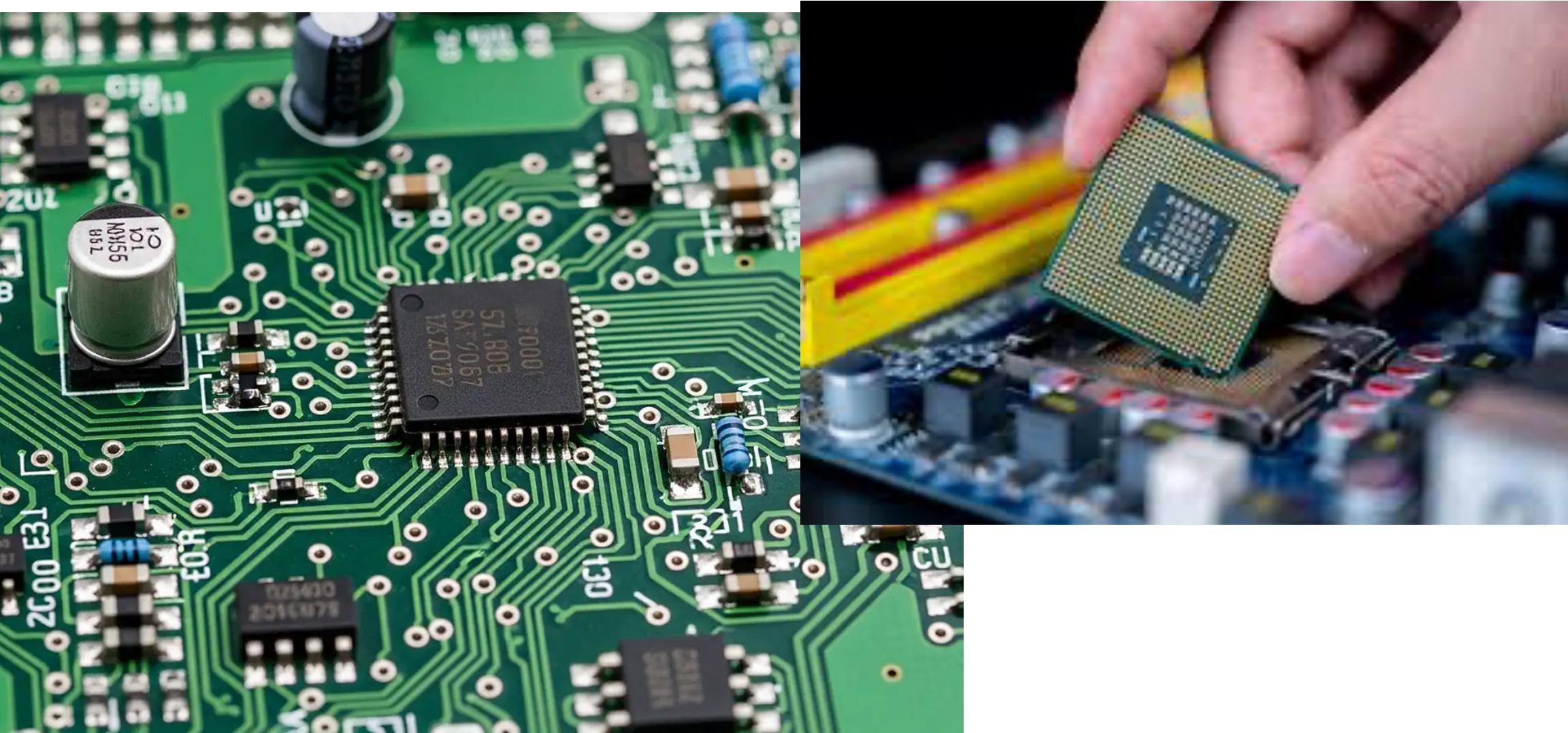
▶▶ 次に進む

電流の向きが一方方向だけの素子(ダイオード)ができる

前回のミニツツペーパーから

- ・スマートフォン
 - ・タブレット
 - ・パソコン
 - ・デジタルカメラ
 - ・テレビ
 - ・ゲーム機
 - ・炊飯器
 - ・冷蔵庫
 - ・洗濯機
 - ・エアコン
 - ・照明器具
 - ・給湯器
 - ・温水洗浄便座
 - ・自動車
- などなど

D[3-3]
関係ない話にと思うのですが、最近パソコンが値上がりするというのを聞いて半導体が出回らなくなっているのかなと思いました。



CPU (Central Processing Unit)

- ・**役割:** パソコン全体の制御、OSやアプリケーションの実行、複雑な分岐処理など、様々なタスクを統括・処理。
- ・**得意な処理:** 連続的な命令処理、多様なタスクの高速実行(順次処理)。
- ・**構造:** 少数の高性能なコアで低遅延処理を重視。

GPU (Graphics Processing Unit)

- ・**役割:** 3Dグラフィックス、高解像度動画、AI処理など、大量のデータに対する並列計算。
- ・**得意な処理:** 同種の計算を同時に大量に処理(並列処理)。
- ・**構造:** 数百～数千の単純なコアでスループット(処理量)を重視。

半導体の集積回路 (CPU/GPU) が多くの製品で使われるようになった。

生産能力の地域的な偏り、サプライチェーンの途切れ、AIブームによるGPU不足などで、世界的な半導体不足が続いている。

前回のミニツツペーパーから

スマホやパソコンを使つて熱くはるのはなぜ。
スマホ、パソコンが厚くなつたら熱さは感ひはい?

体に静電気がたまつたとき、
でさるだけ痛くないように電気とこがすには
どうすればよいや。

スマホが熱くなる原因是、負荷の高い使い方でCPUが苦労している、充電しながらの使用でバッテリーがたいへん、高温環境下で従来の温度低下ができない、など。スマホが熱いまま使用を続けると不具合やバッテリーの劣化の原因になる。厚さが増しても結局同じ。

ハガとした時にすぐに手でおさえると痛みが少し弱くなるのはなぜや。

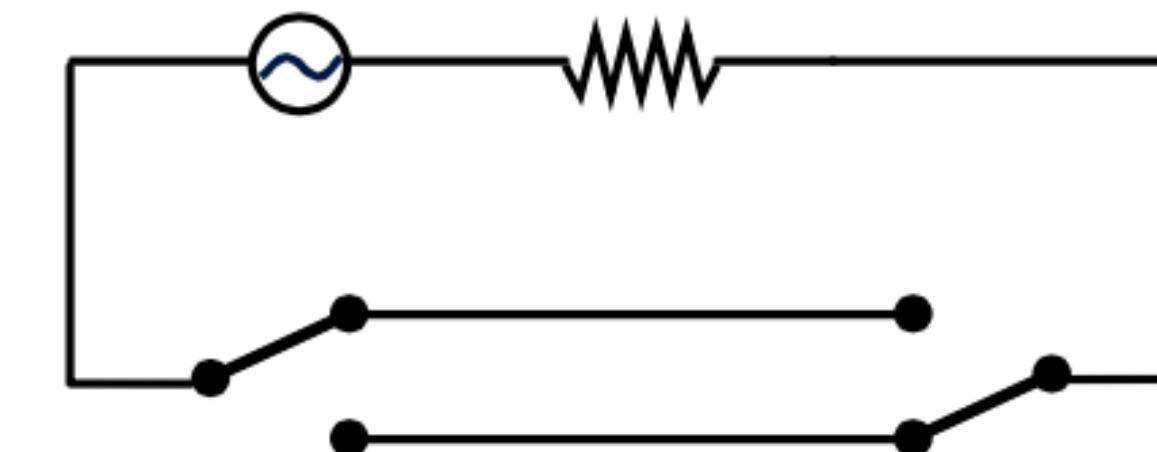
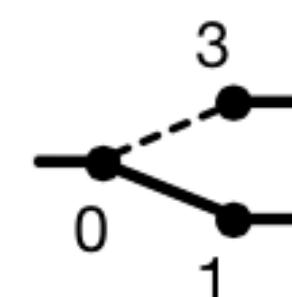
神経は電気的に情報を伝えている。
痛みの情報を脳に伝えることを若干遮断するのかな。 . .

電流は色々な所に
想在しておもしろいだ。
存在

前回のミニツツペーパーから

[13-1]

階段の電気スイッチ、灯りが点いている状態で、1階と2階の両方で同時にスイッチを押すとどうなる？



一瞬だけ消えて、またつく。

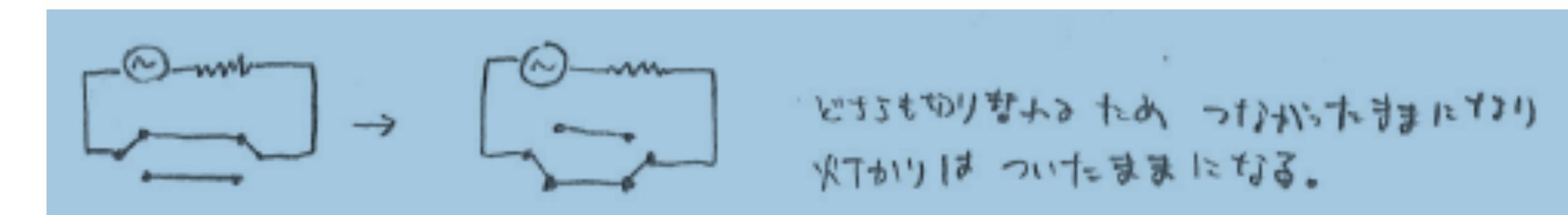
一瞬だけ消えて、またつく。

一瞬消えて、ちゃんとつく。

一度消灯した後、また灯りが点くと思う。

灯りは「1回切れるや」、或は「またつく」。

同時にどちらのスイッチも切り替わり、灯りはそのまま点いた状態になると思う。

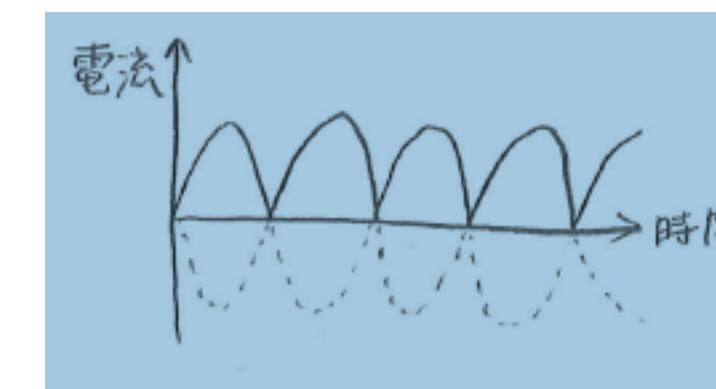
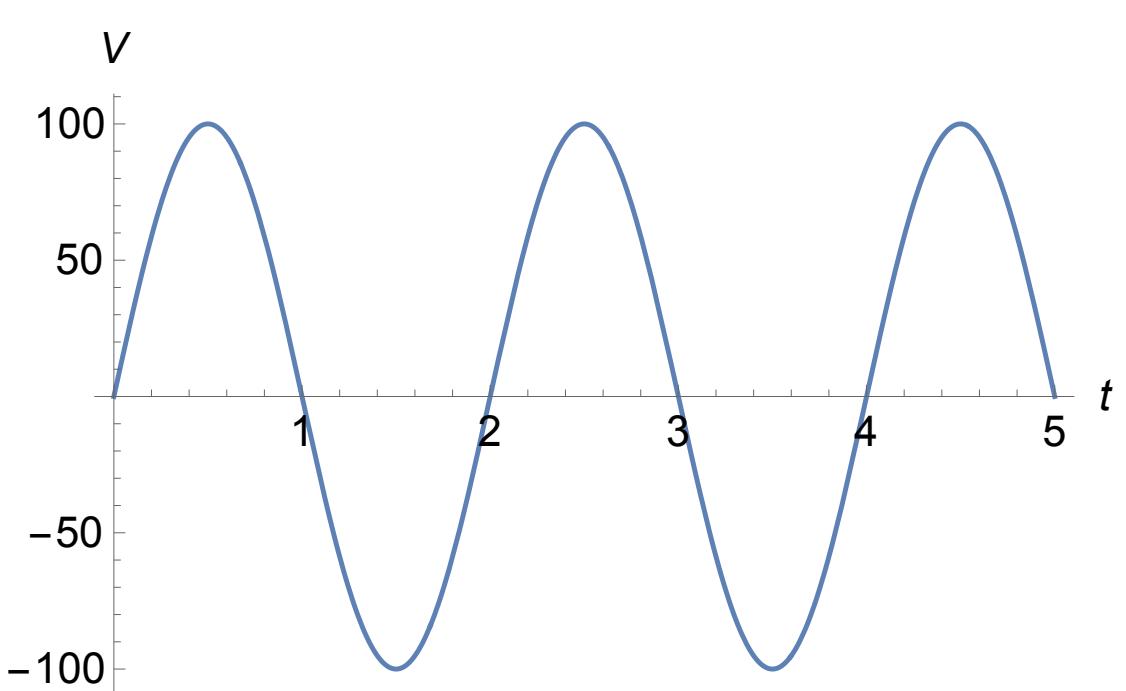
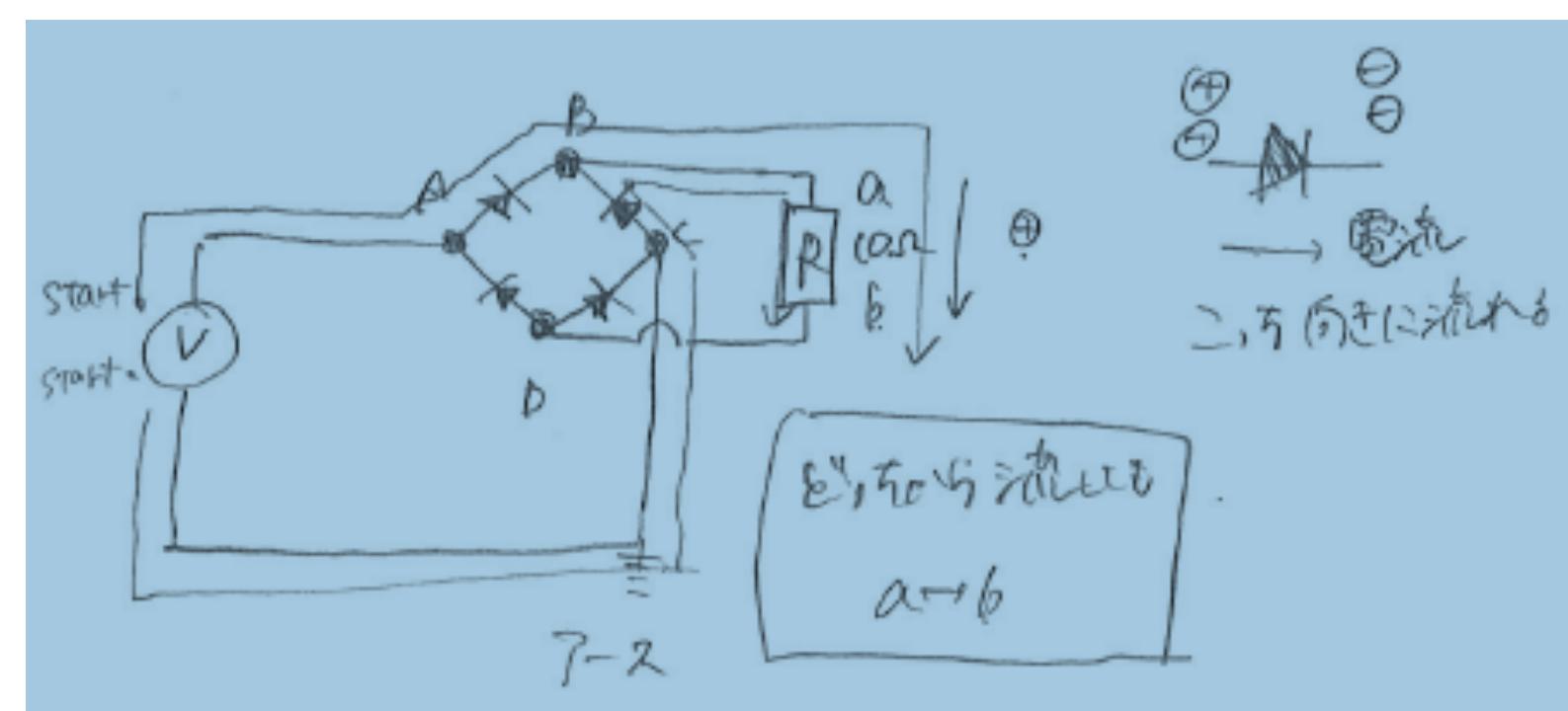
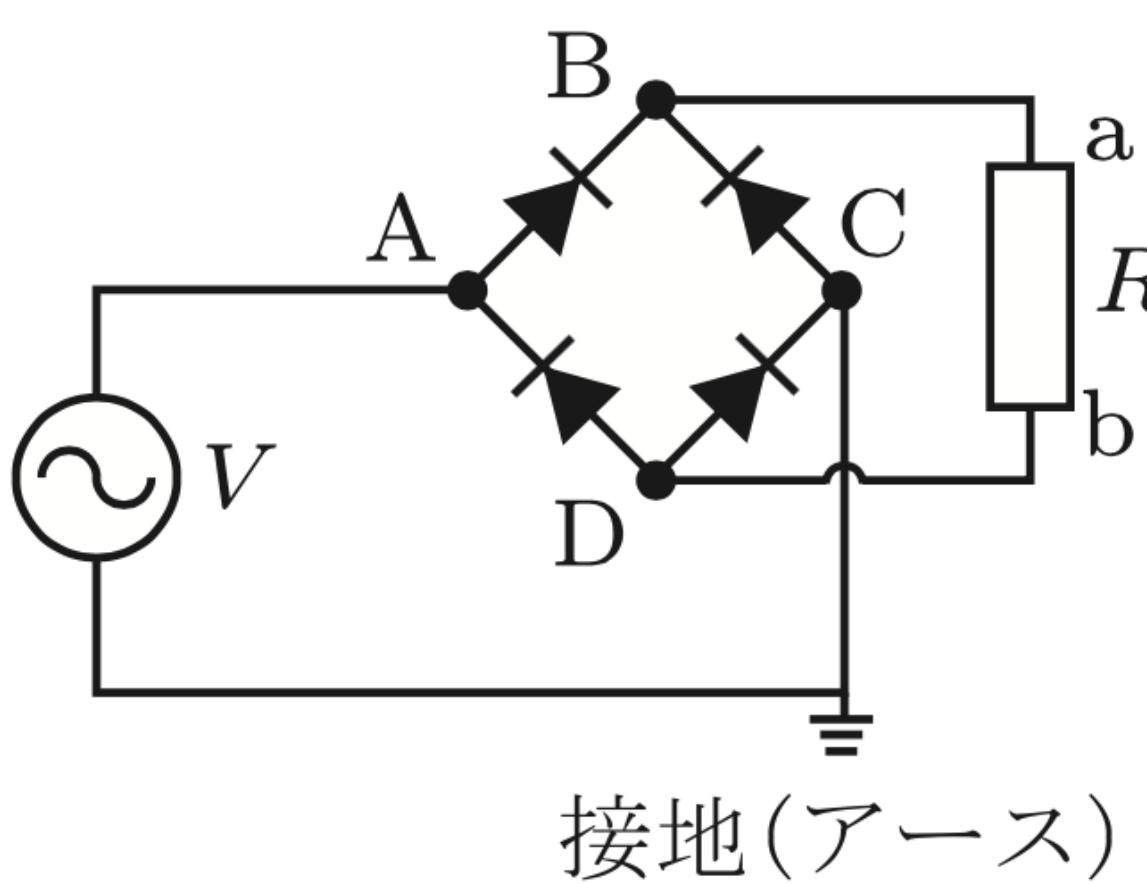


✗ **スイッチを同時に押すと、電気が消えるが点灯するかどちらかだと思います
(どちらの結果になるかは、押す前のスイッチ状態による?)**

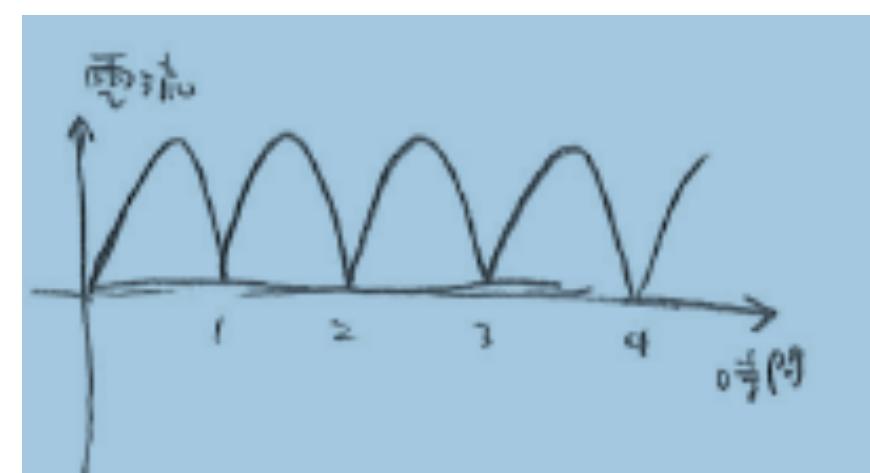
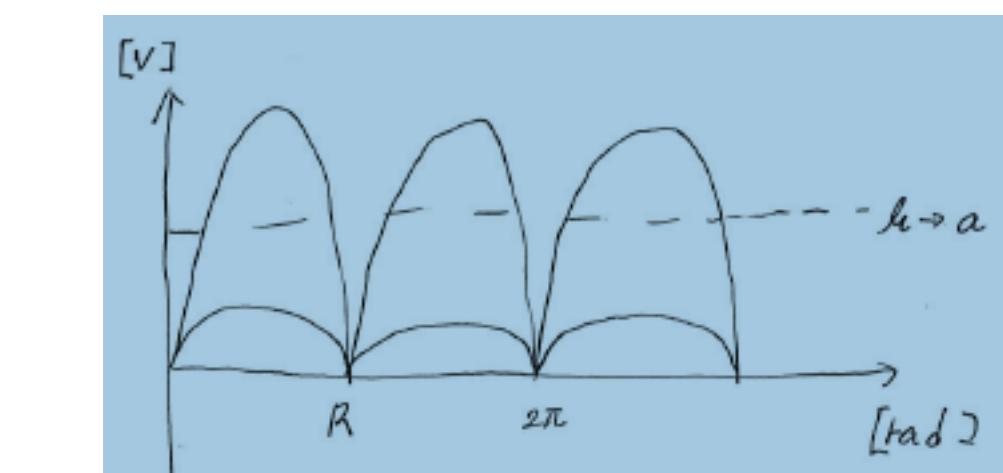
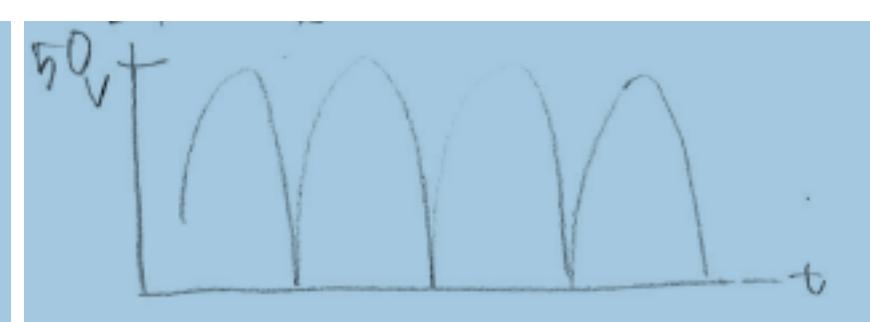
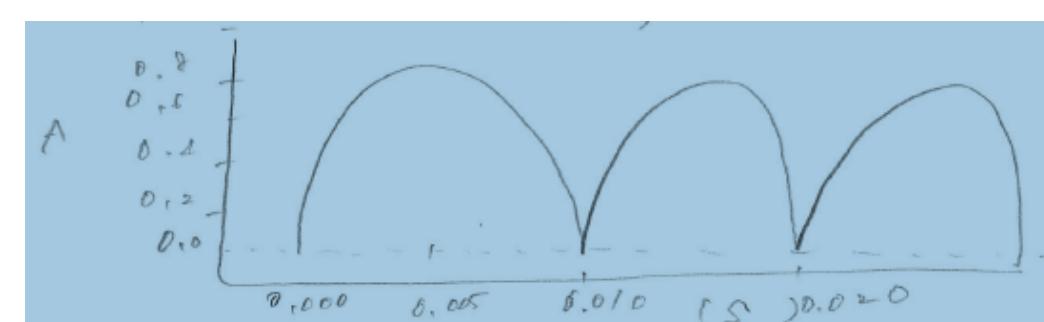
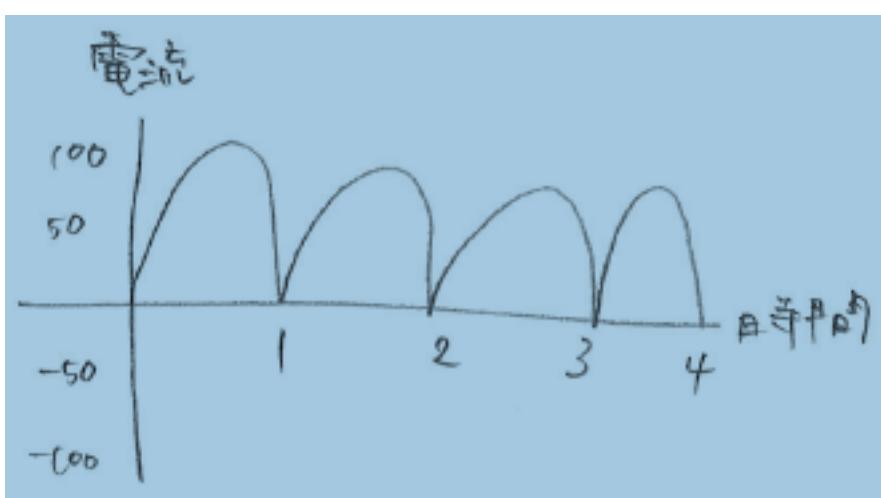
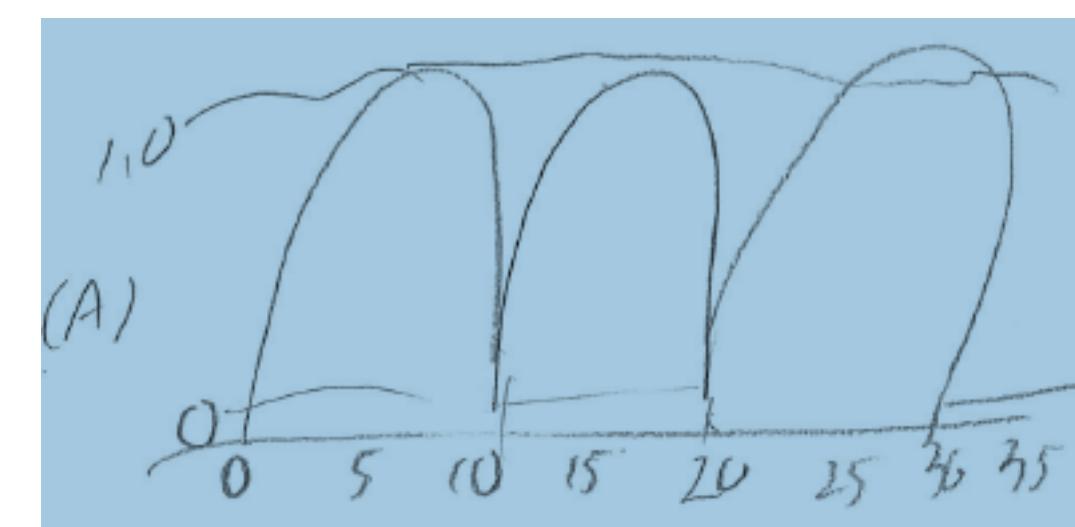
前回のミニツツペーパーから

[13-2]

交流電源から整流回路を通した、抵抗に流れる電流の時間変化をグラフにせよ。aからbに流れる向きを+として、縦軸を電流、横軸を時間としたグラフを描け。添えたグラフは、電源電圧の時間変化を表していて、aからbへ加わる電圧[V]がプラスである。抵抗は $R=10\Omega$ である。



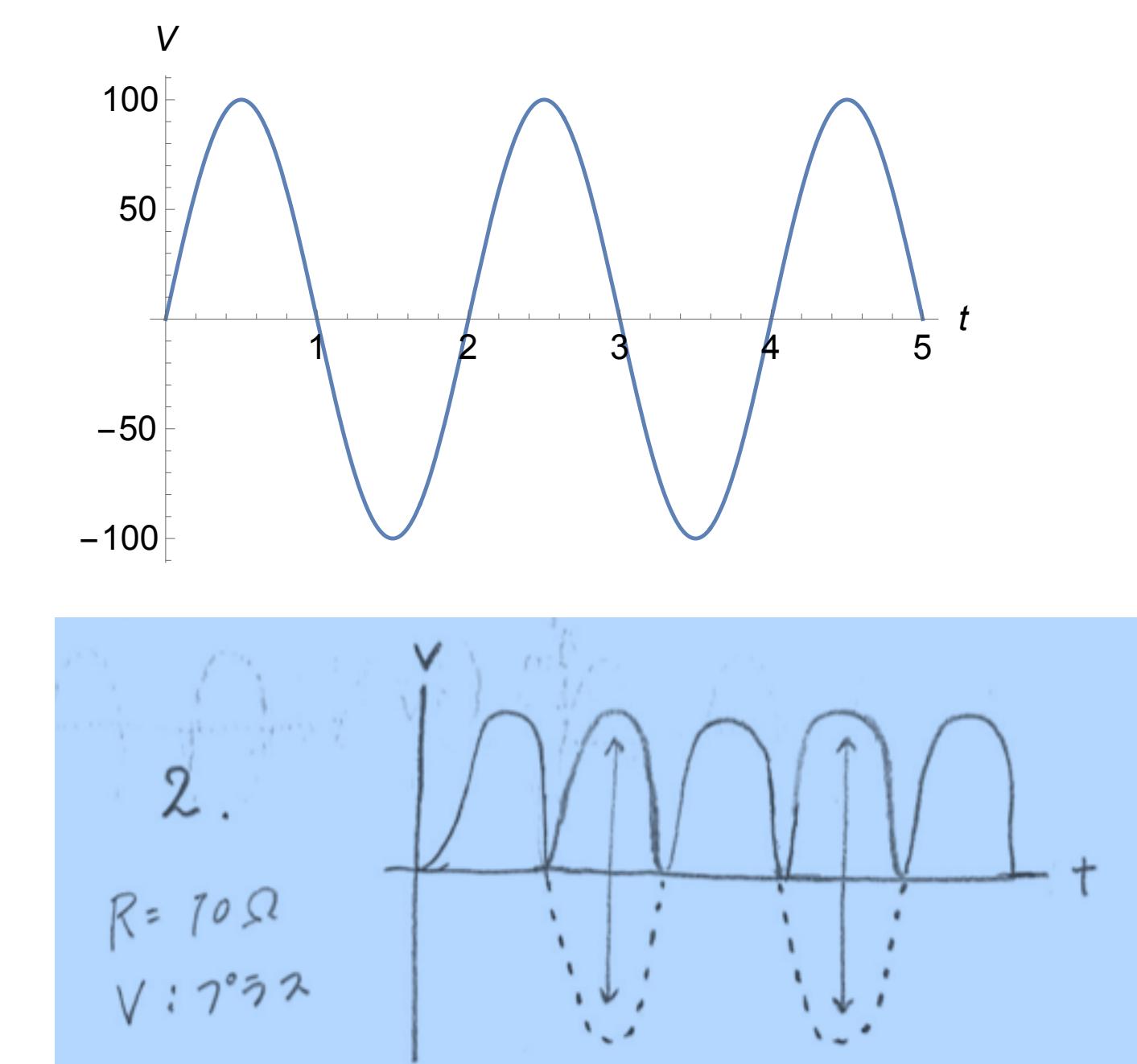
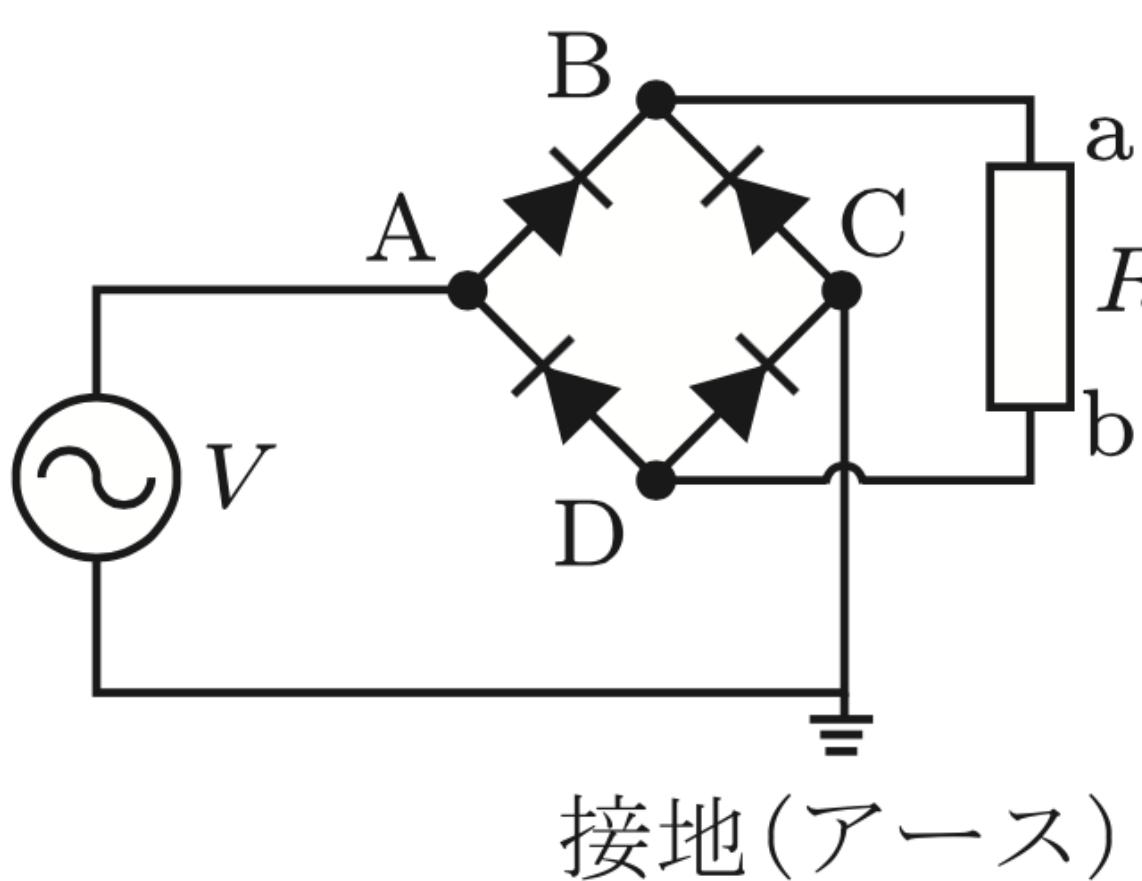
$A \rightarrow B$ へ電流が流れよときと、
 $C \rightarrow B$ へ電流が流れよときとまが相反
 補完しあい、結果、常に a から b へ + の向きで
 電流が流れよ



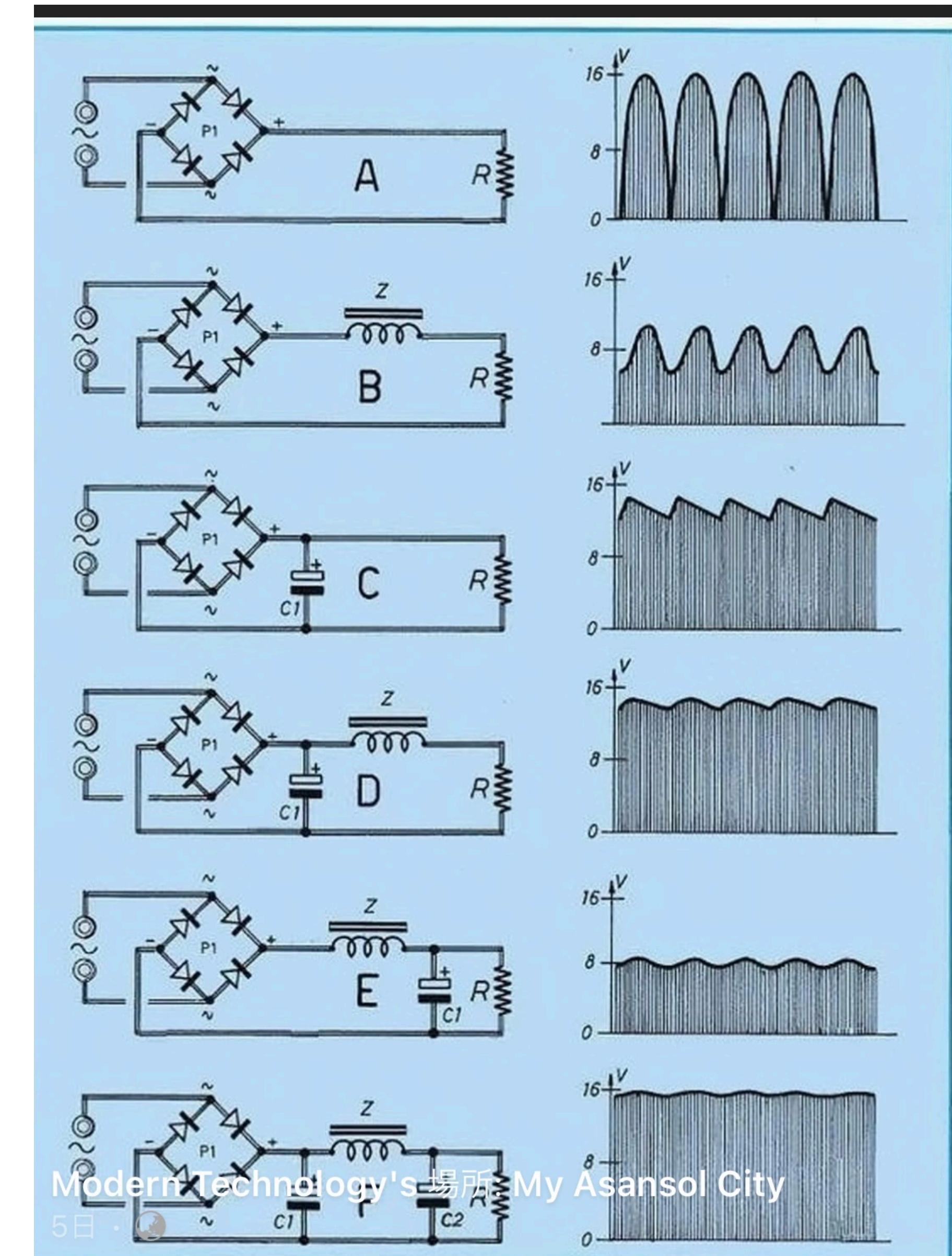
前回のミニツツペーパーから

[13-2]

交流電源から整流回路を通した、抵抗に流れる電流の時間変化をグラフにせよ。aからbに流れる向きを+として、縦軸を電流、横軸を時間としたグラフを描け。添えたグラフは、電源電圧の時間変化を表していて、aからbへ加わる電圧[V]がプラスである。抵抗は $R=10\Omega$ である。

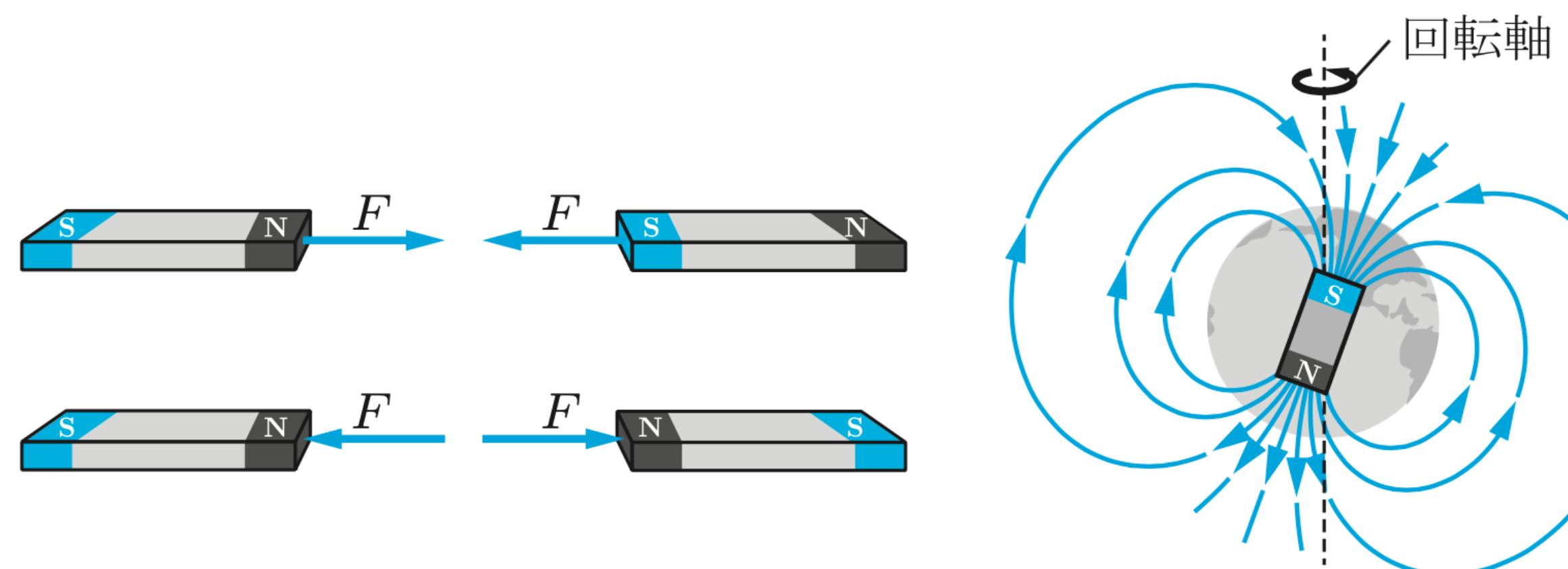


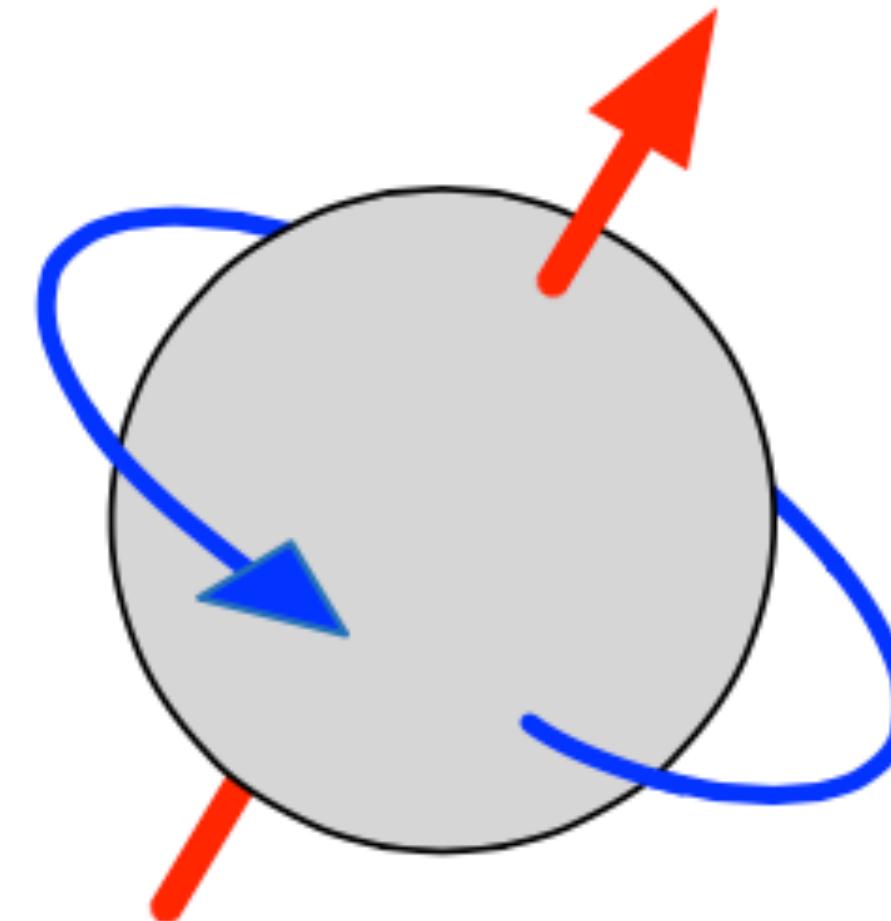
今回の二回目が難しかったです。全然分かりません...
中学生のときも電流がなぜ逆流するのか分かりませんでした。



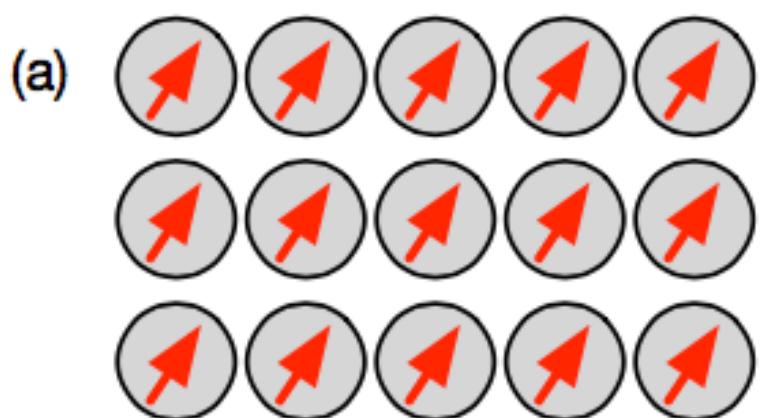
磁気の性質

- N と S の**磁極**が存在する。N 極だけ、あるいは S 極だけの单磁極は存在せず、必ず N と S のペアで存在する。
- N と N, S と S は反発し、N と S には引力が作用する。これらの力を**磁気力**といい、磁力がはたらく空間を**磁場 (磁界)** という。
- 磁場中で力が作用する方向を**磁力線**として表し、向きは N 極から S 極への向きとする。方位磁石の N 極が向く方向が**磁場の向き**である。

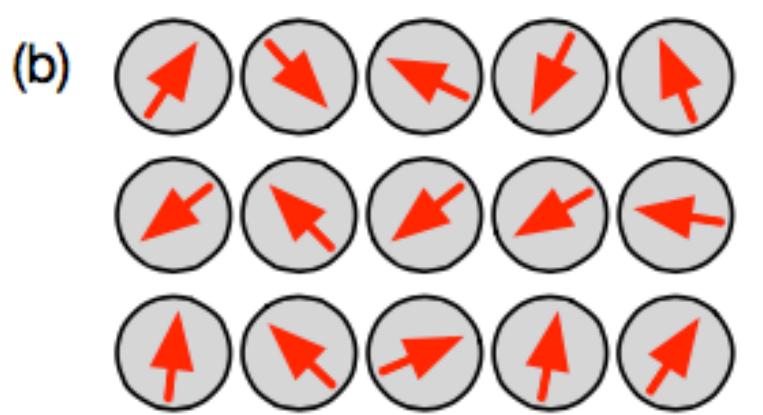




(a) 電子の回転運動



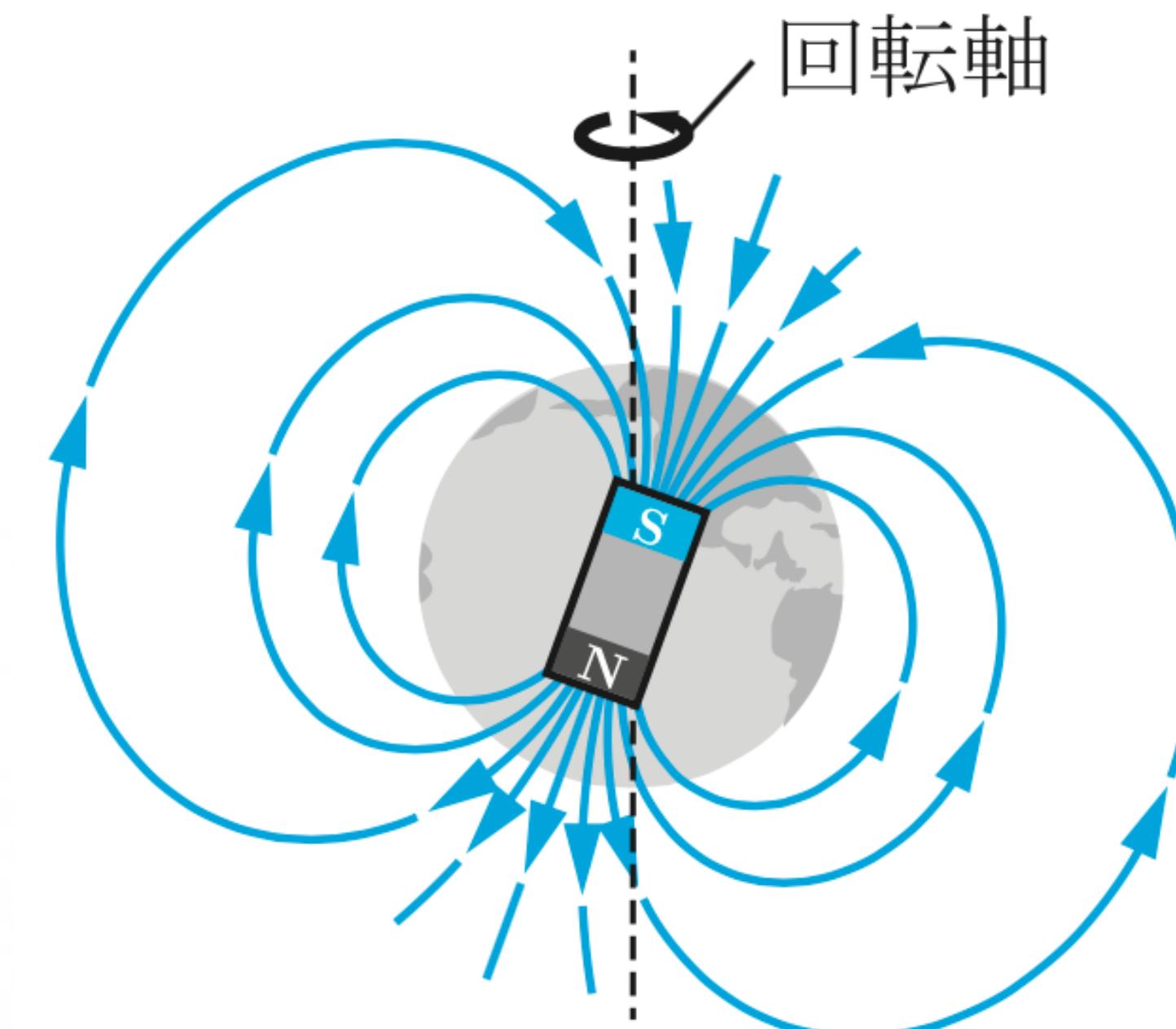
(b) スピンが揃った状態



(c) スピンがばらばらな状態

Topic 地球は大きな磁石

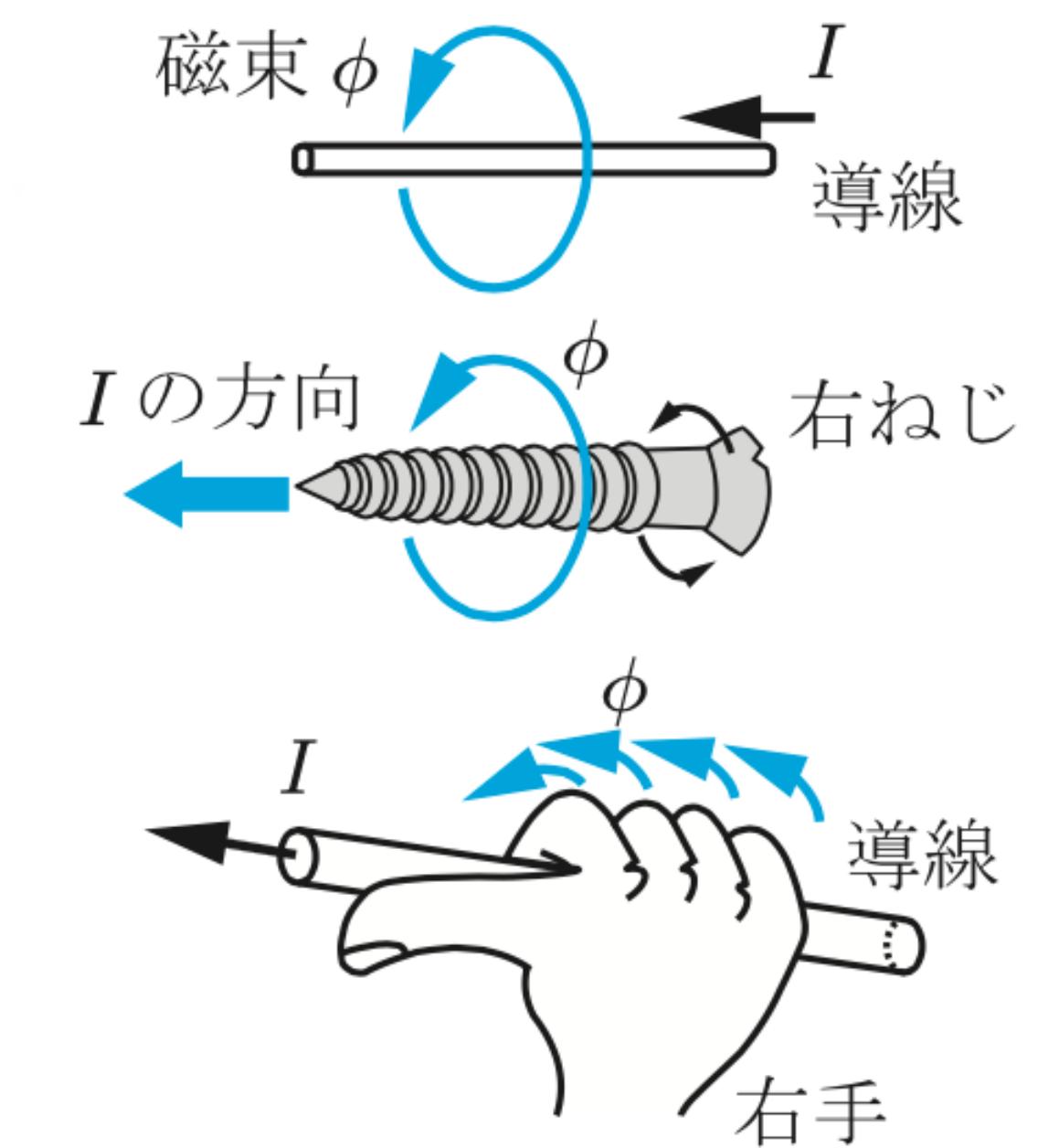
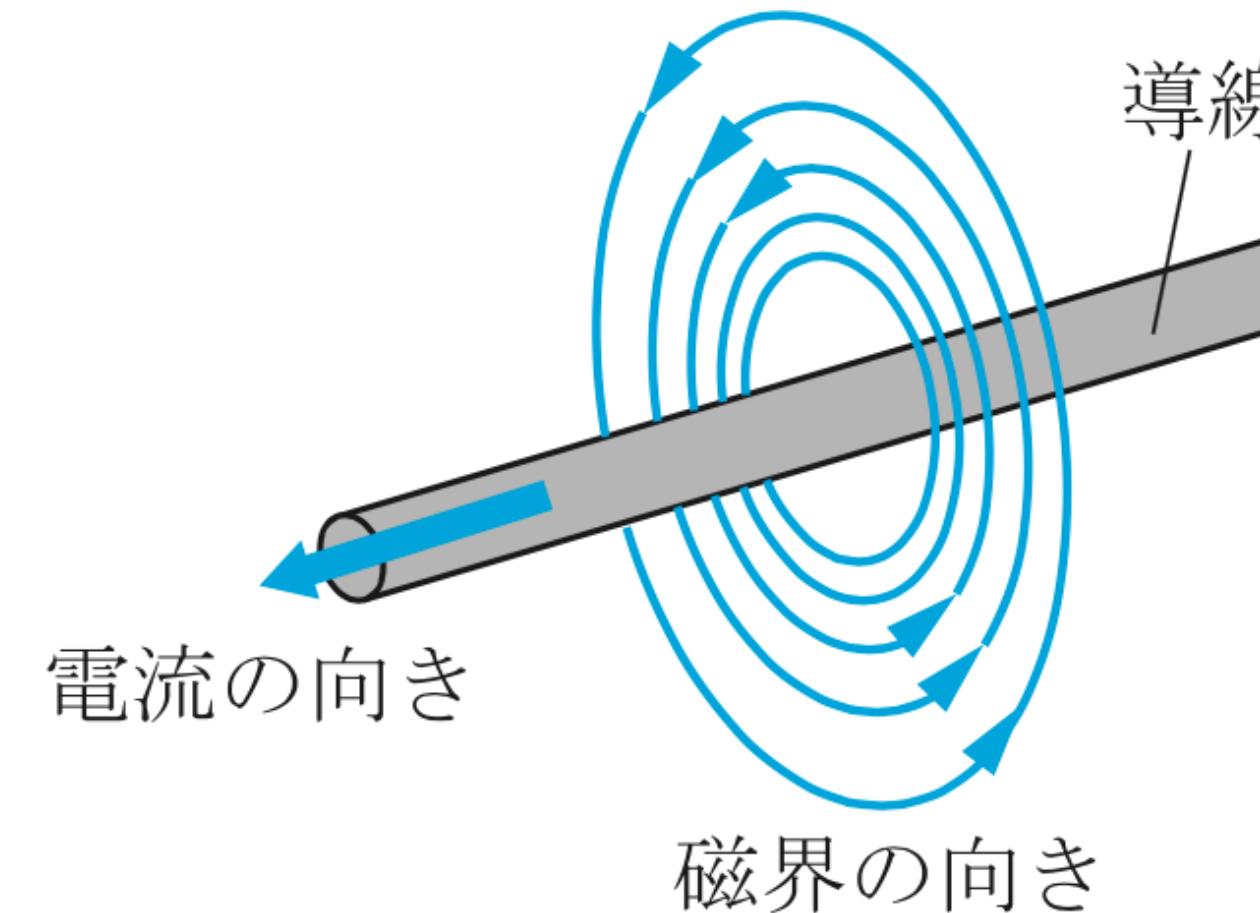
N と S が北と南を指すことから察せられるように、地球は一つの大きな磁石である。方位磁針の N 極が向く北極には S 極がある。地球の回転軸上にある北極と、磁場の北極（北磁極）は一致しておらず、しかも毎年数 10 km 移動しているという。



右ねじの法則

法則 1 電流のまわりに磁場が発生する

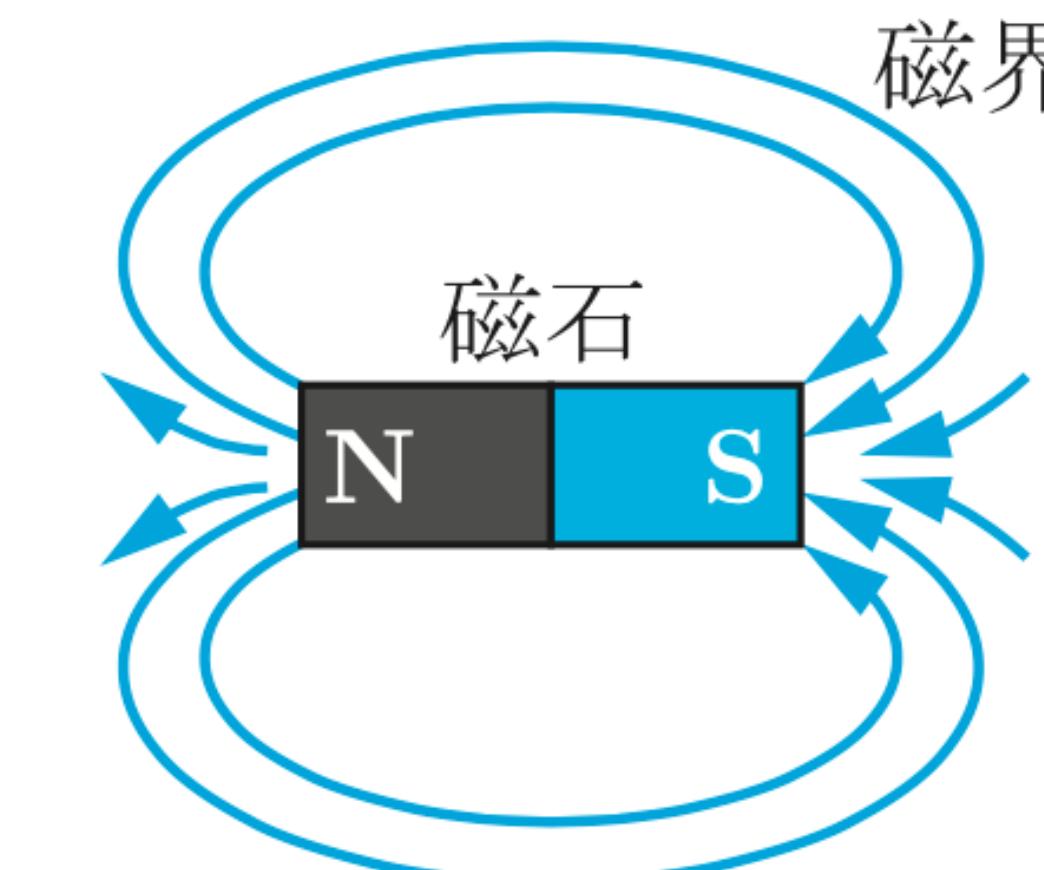
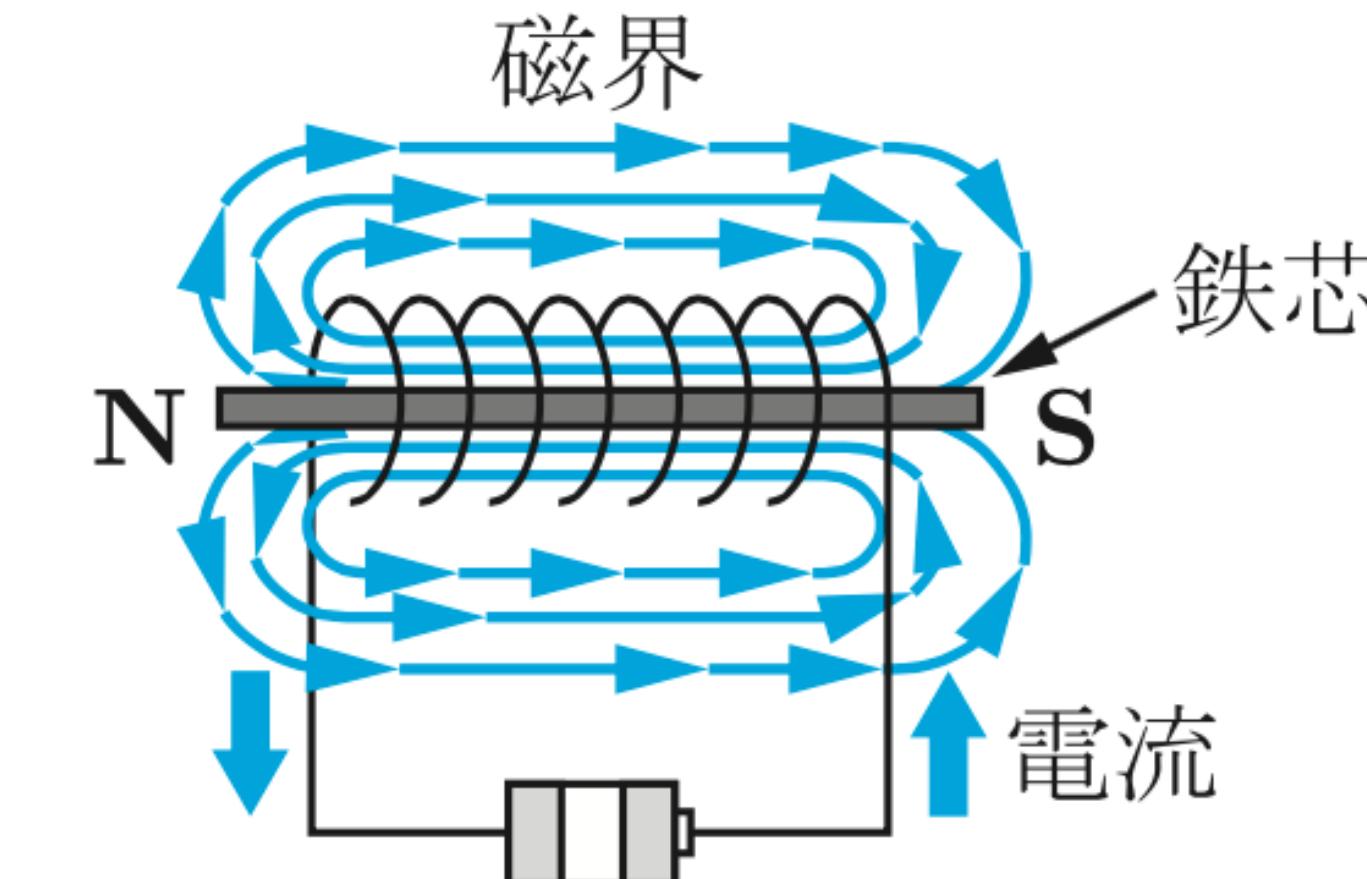
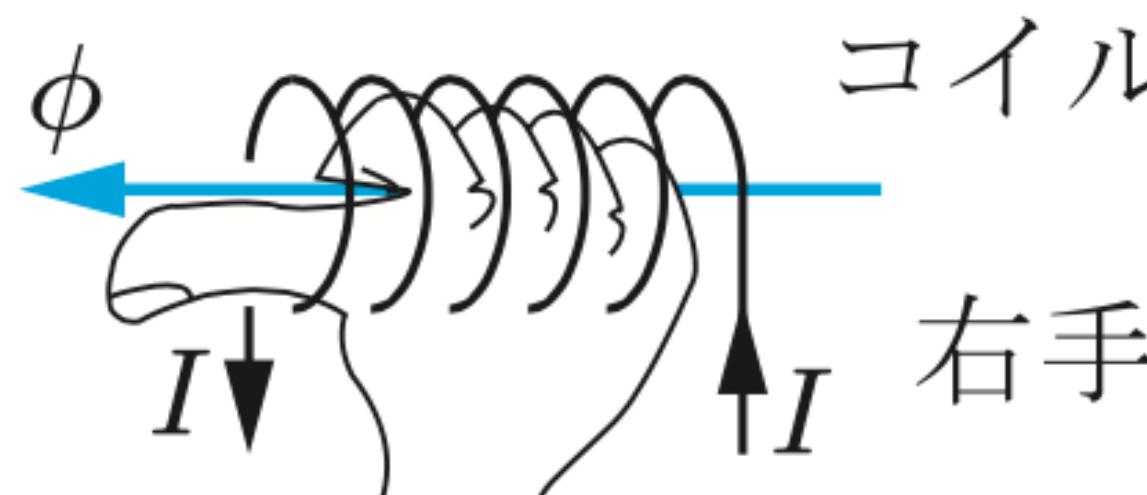
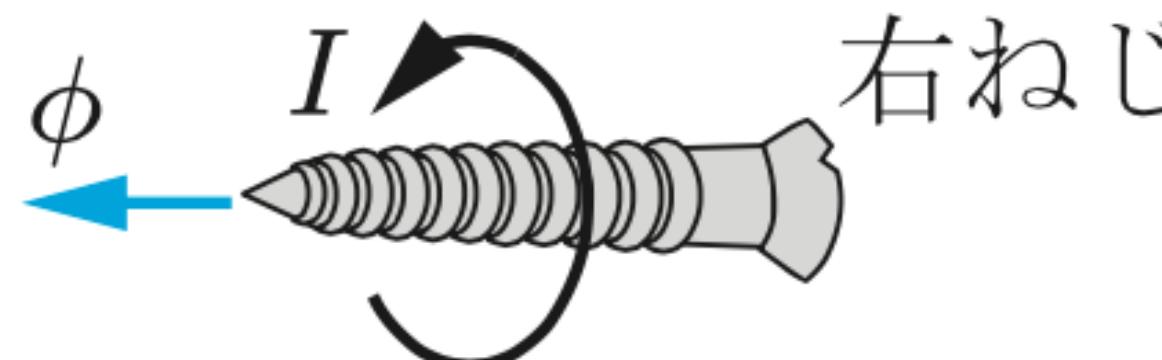
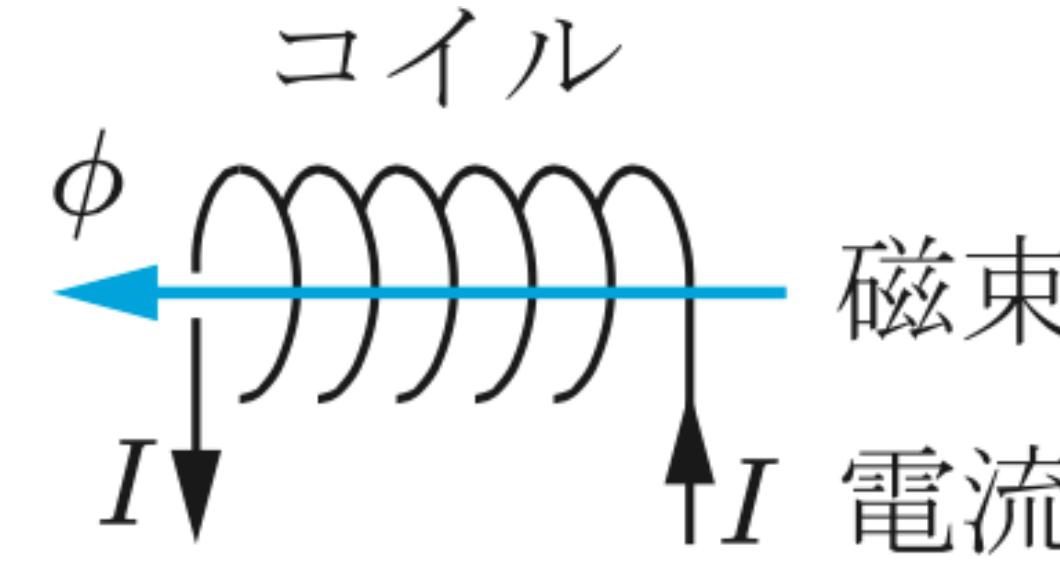
直線状の導線に電流を流すと、そのまわりの空間に同心円状の磁場が生じる。磁場の向きは「電流の流れる方向に右ねじを進ませたときに、ねじの回転の向き」と同じになる（右ねじの法則、図 6.50）。



性質1：導線に電流が流れると、磁力線が生じる

電磁石

コイルに電流が流れると、電磁石ができる。
(磁石のNSも、右ねじの法則)





世界一簡単な構造の電車



AmazingScience 君

▶ チャンネル登録 99,612

視聴回数 11,154,434 回

⊕ 追加



共有



… その他



54,466



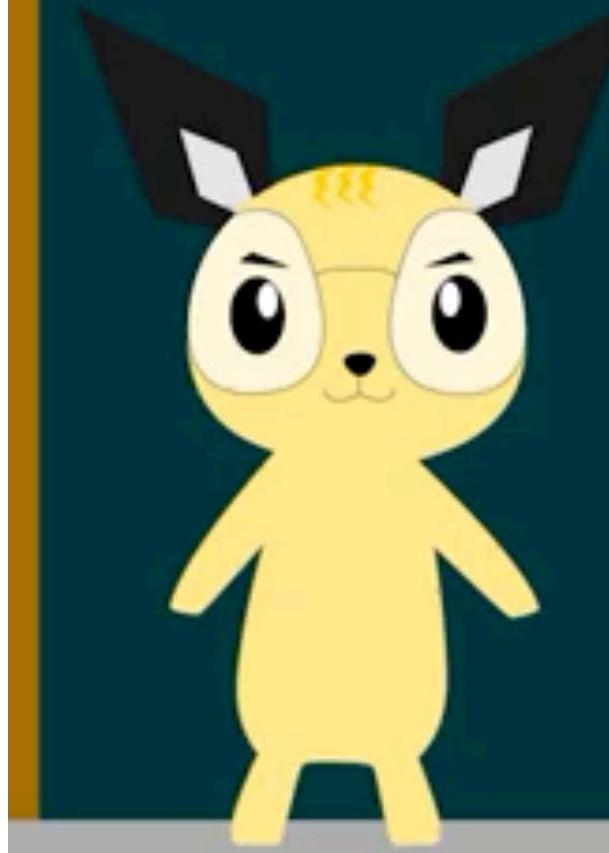
1,007

2014/08/26 に公開

世界一簡単な構造の電車の誕生モデル(2014年8月26日投稿)です。各国からの多くの視聴ありがとうございます。

【コイルの上を走るタイプ】→ <http://youtu.be/Y1MDOerruDU>

世界一簡単な構造の電車は なぜ動くのか？



「世界一簡単な構造の電車」



リクトの教室

チャンネル登録者数 737人

チャンネル登録

6955回 視聴 3年前 #自由研究 #理科 #解説
「世界一簡単な構造の電車」の原理を解説してみました！！
実は、中学校で習う理科の知識で、簡単に理解できます。
電池と磁石と銅線で簡単に作ることができます。もっと見る

カタニは電車の車両をみて、カイルの車両を前に進むのは
どうしてかと思う。おもてがいた。

4.10 銅線コイル中を動く乾電池電車

■乾電池電車

講義のネタを探していると、Youtubeで、「世界一簡単な電車」と題した動画を見つかった。市販されている銅線をコイル状に巻く。乾電池の両端に、市販されている強力なネオジム磁石を取り付けて、銅線コイル内に置くと、乾電池と磁石の塊は地下鉄のようにコイル内をスルスルと動いていく。どのくらいの力が生じているのか計算してみよう。

用意する材料は表4.10.1のものである。

表4.10.1

単4乾電池	起電力1.5V、内部抵抗0.5Ω、長さ44.5mm、直径10.5mm、質量12g
銅線	抵抗率 $\rho = 0.017 \Omega \text{mm}^2/\text{m}$ 、半径 $r = 0.8 \text{ mm}$
銅線コイル	半径 $R = 8 \text{ mm}$ のコイル、1m当たり $n = 200$ 巻き
ネオジム磁石	半径 $R_m = 7 \text{ mm}$ 、1つ当たりの厚さ1cm、質量8g、磁束密度 $B_m = 0.1 \text{ T}$

問題4.10.1



図4.10.1

するとする。空気の透磁率を $\mu = 1.26 \times 10^{-6} \text{ Wb}^2/\text{Nm}^2$ とする。その他の諸量は、表4.10.1に記載した。

- (1) コイルが1m当たり n 巻きであるとすると、長さ L のコイル部分はどのくらいの長さの銅線からできているか。コイルの半径を R として文字で答えよ。
- (2) コイルを流れる電流の大きさ I [A] はいくらか。表4.10.1の数値を入れて答えよ。
- (3) コイル内部の磁場の大きさ H [A/m] はいくらか。数値で答えよ。
- (4) 磁石の表面の磁荷 Q_m [Wb] を求め、磁石1つがコイル内の磁場から受ける力 F_m [N] を数値で求めよ。

- (5) コイルは乾電池の+極側から見て時計回りに巻かれ、らせん状に-極側へつながっている。乾電池電車を+極側へ動かすためには磁石の取り付ける向きをどうすればよいか。図4.10.2の(a)～(d)より選べ。

- (6) 乾電池電車が動き始めた。接触面からの摩擦などでやがて電車は速度を上下させるが、動き始めるときに受ける力による加速度の大きさはどれだけか。数値で求めよ。

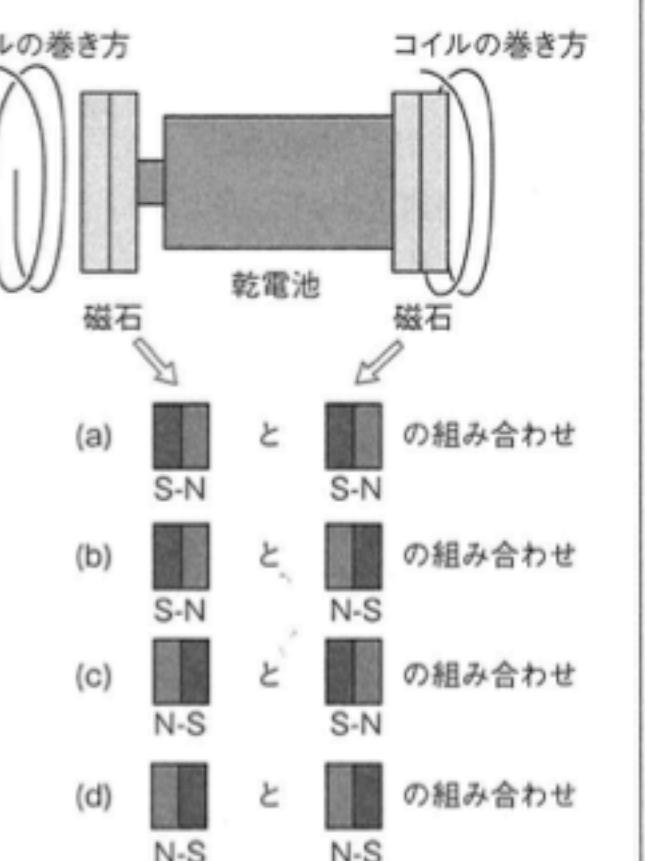


図4.10.2

- (5) 図4.10.2のコイルに電流が流れ、電池のまわりのコイルが電磁石となる。電池の-極から出た磁力線が電池の+極に集まつてるので、電池の+極側にあるネオジム磁石のまわりの磁場は、左面側より右面側で強くなる(図4.10.3)。したがって、右面側がS極のとき、ネオジム磁石は左向きの力を受ける。同様に、電池の-極側ではネオジム磁石の左面側の磁場が強く、こちらの面がS極であれば、ネオジム磁石はやはり左向きの力を受ける(図4.10.4)。よって(c)である。

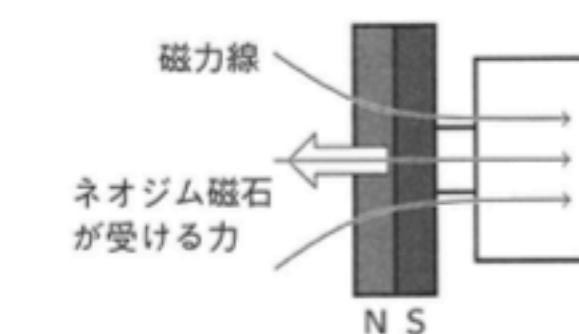


図4.10.3 電池の+極側付近の磁場の様子

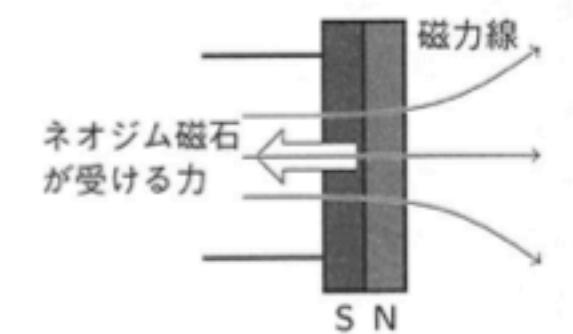


図4.10.4 電池の-極側付近の磁場の様子

- (6) (4)で求めた力 F_m の2倍の力で、質量28gを動かすとすれば、加速度は、

$$\frac{2 \times 9.18 \times 10^{-3} \text{ N}}{28 \times 10^{-3} \text{ kg}} = 0.66 \text{ m/s}^2$$

コイル全体に外部から電流を流しても乾電池電車は動かない。一様な磁場の中ではネオジム磁石のS極とN極が同じ大きさで逆向きの力を受けるからである。いまの場合には、コイルの乾電池電車を取り囲む部分だけに電流が流れ電磁石になる。乾電池の両極付近では磁力線が広がっていくため、磁場は一様ではなくなる。そのため、乾電池電車の両極にあるそれぞれのネオジム磁石のS極とN極が磁場から受ける力の大きさに差が生じ、乾電池電車が動くのである。乾電池電車が動くとコイルに生じた電磁石も一緒に移動していくので、常に力がはたらき、乾電池電車は動き続ける。

一步進んだ物理の理解

2

電磁気学・発展問題

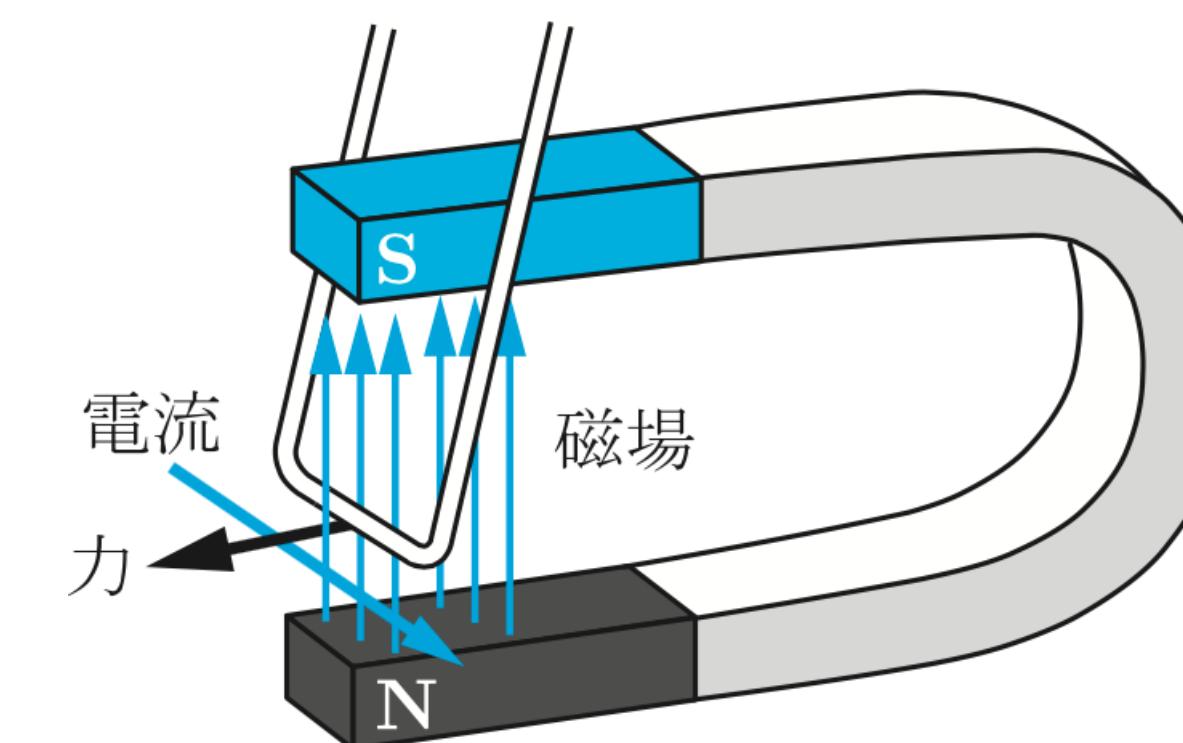
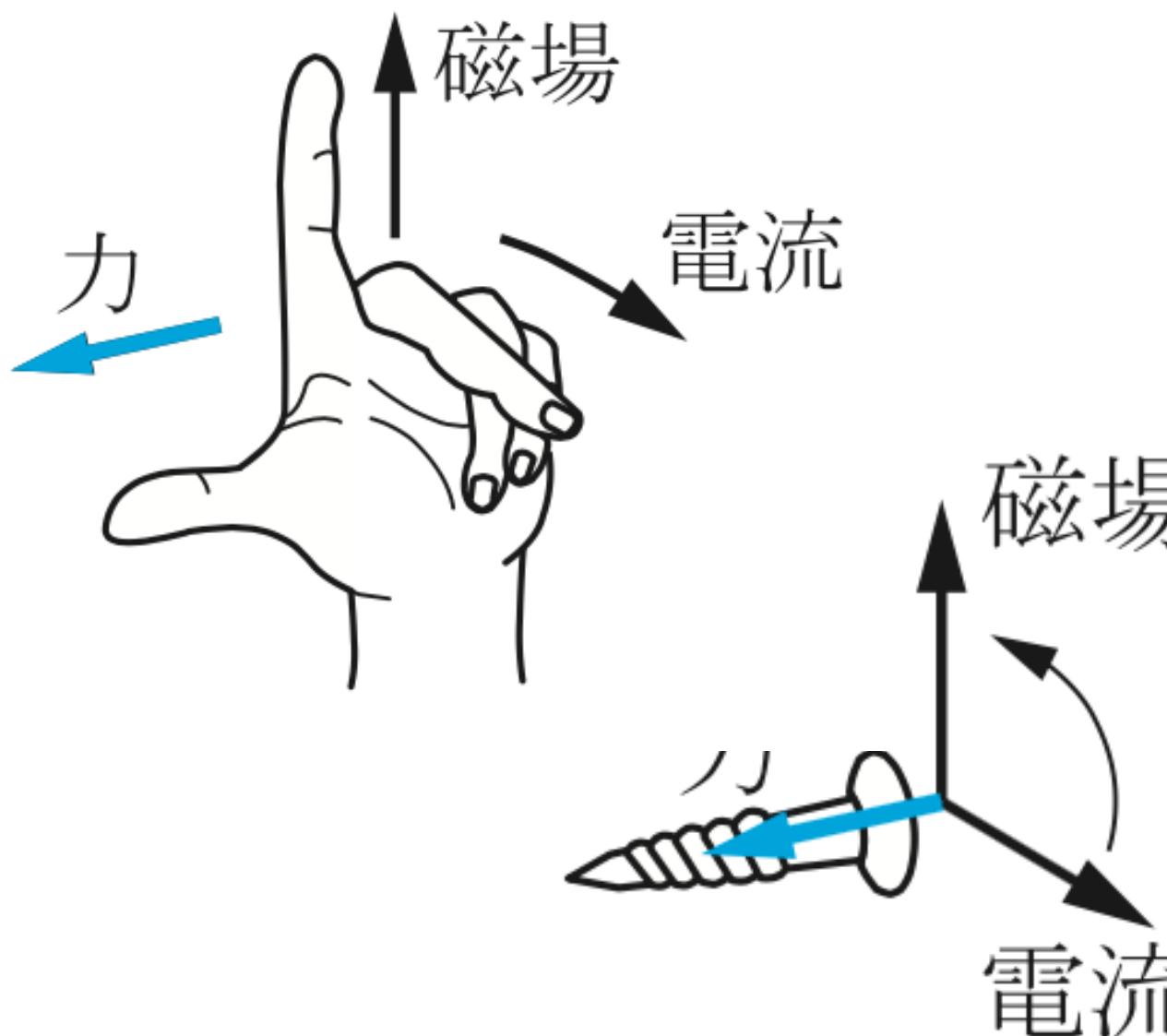
真貝 寿明・林 正人・鳥居 隆
著

朝倉書店

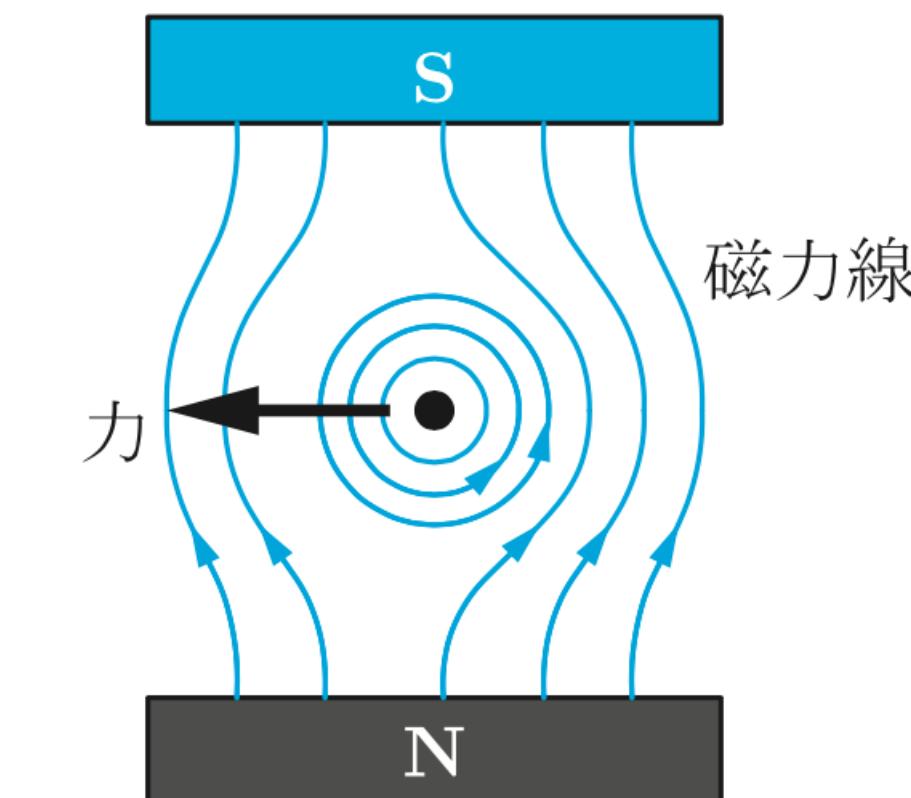
ローレンツ力とフレミングの左手則

法則 2 電流は、磁場から力を受ける

磁場の中に置かれた電流（導線または荷電粒子の動き）は、磁場から力を受ける。この力をローレンツ力^{りょく}という。ローレンツ力の向きはフレミングの左手則（図 6.56）で表される。



(a) 磁場中に電流と流すと、導線は力を受ける

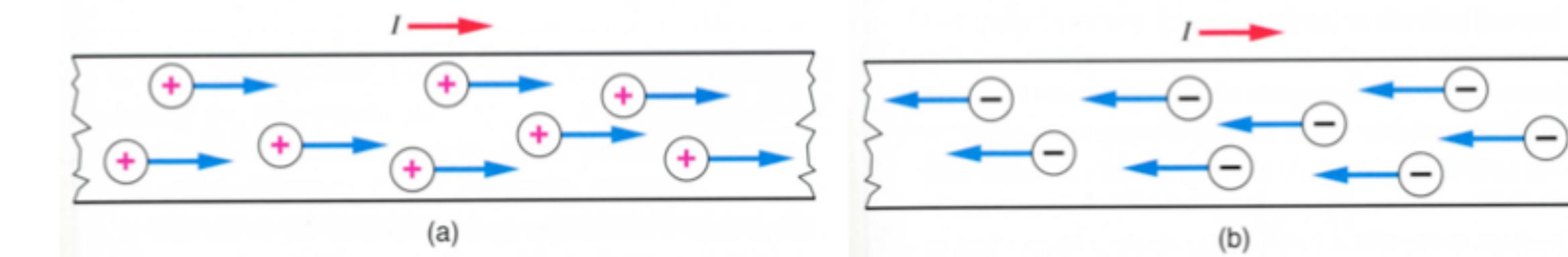


(b) 磁力線の様子

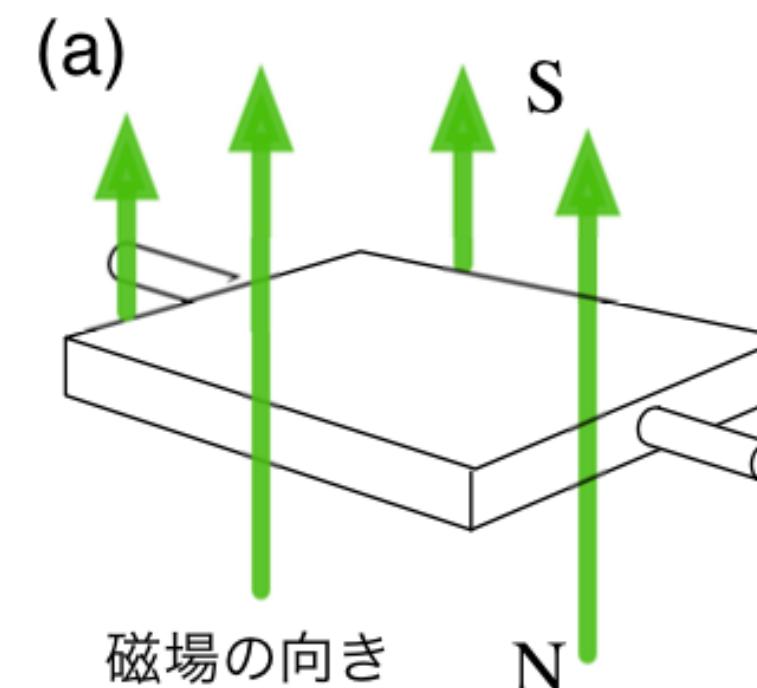
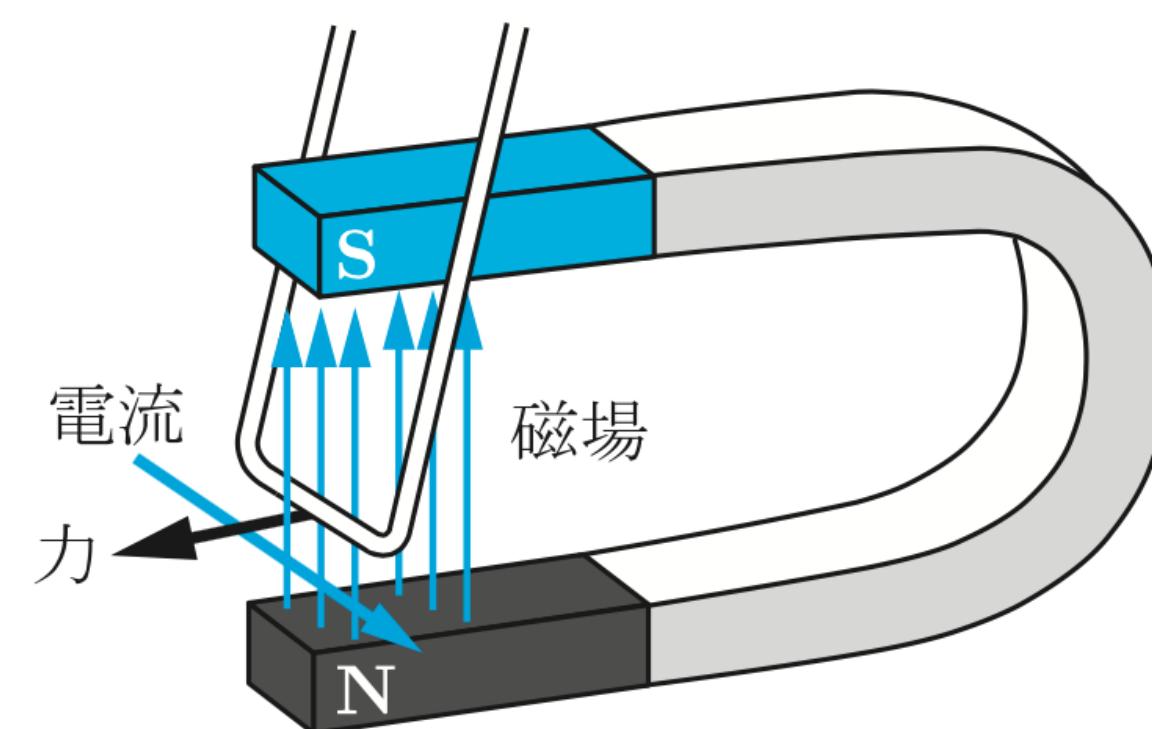
性質2: 磁力線のある空間に電流が流れると、電磁力がはたらく。(向きはフレミングの左手の法則)

電流

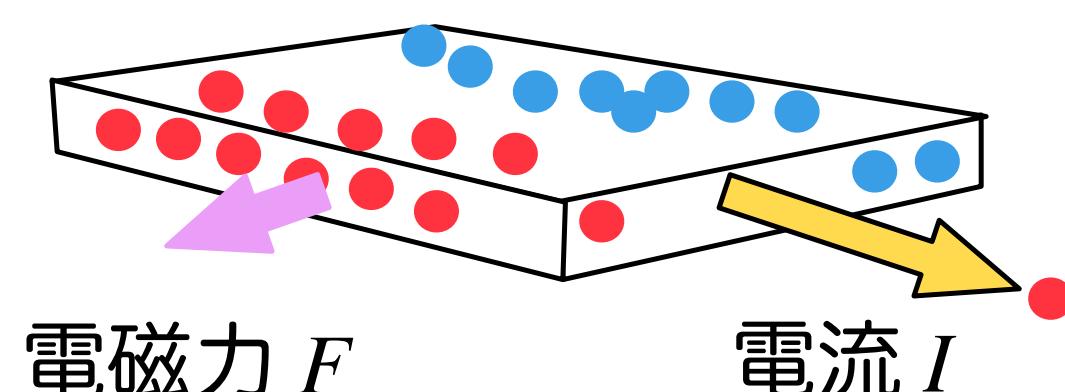
歴史的に電流の向きは「正から負」とされるが、実際には「負から正」の向きに負に帶電した電子が移動する。



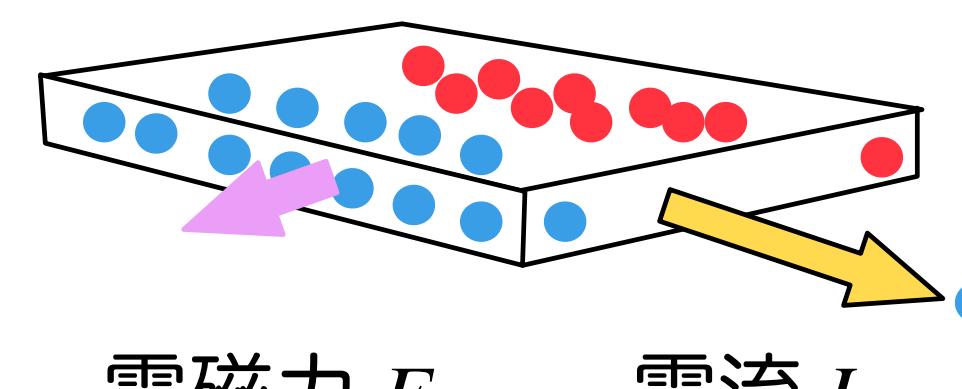
電流の向きは、正の電荷が動いていても負の電荷が動いていても実質同じ。



正の電荷が電流の正体だとすると

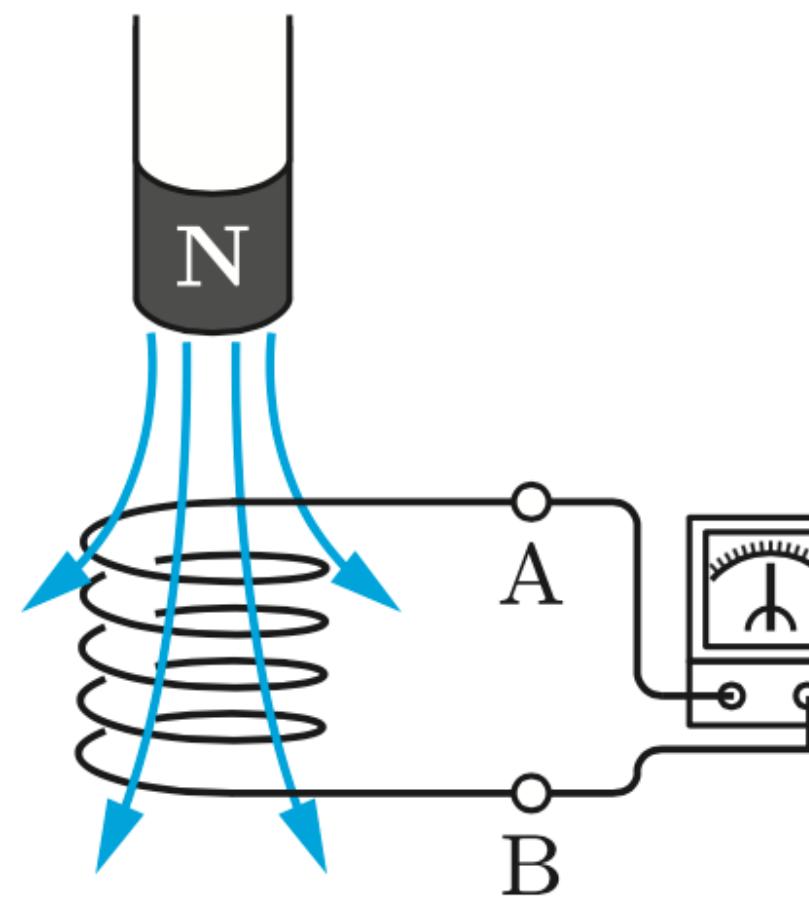


負の電荷が電流の正体だとすると

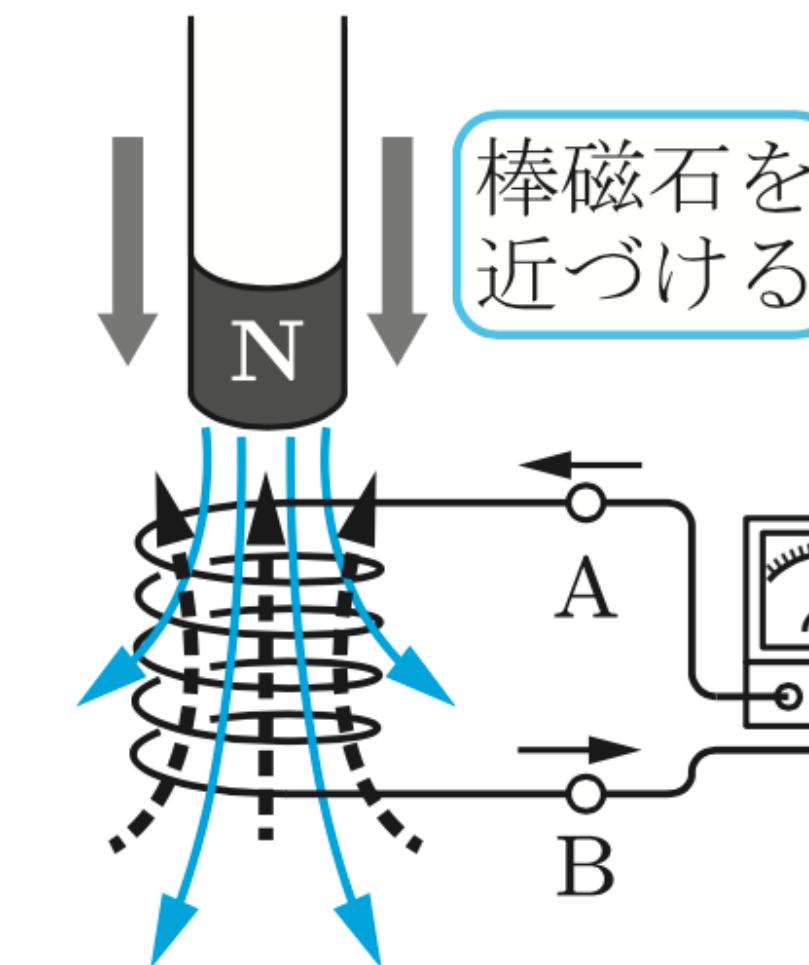


ファラデーの電磁誘導の法則

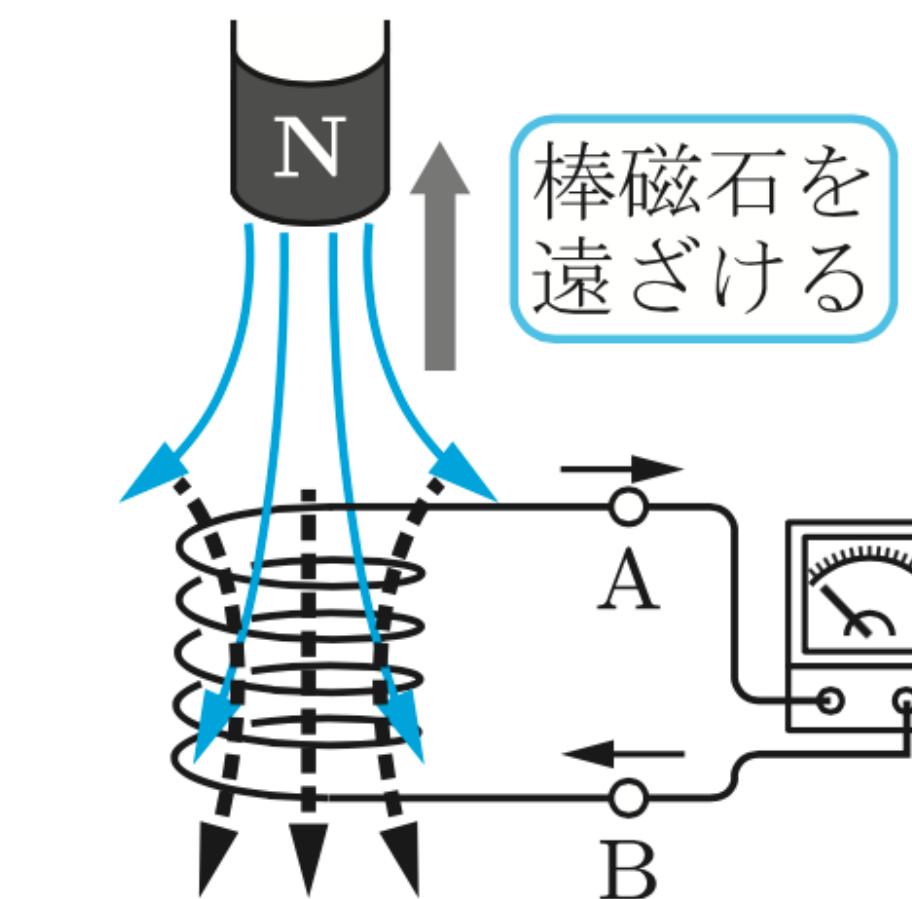
性質3: コイル内の磁力線の数を変化させると、誘導起電力が生じる。(電磁誘導の法則)



(a) 棒磁石を動かさない

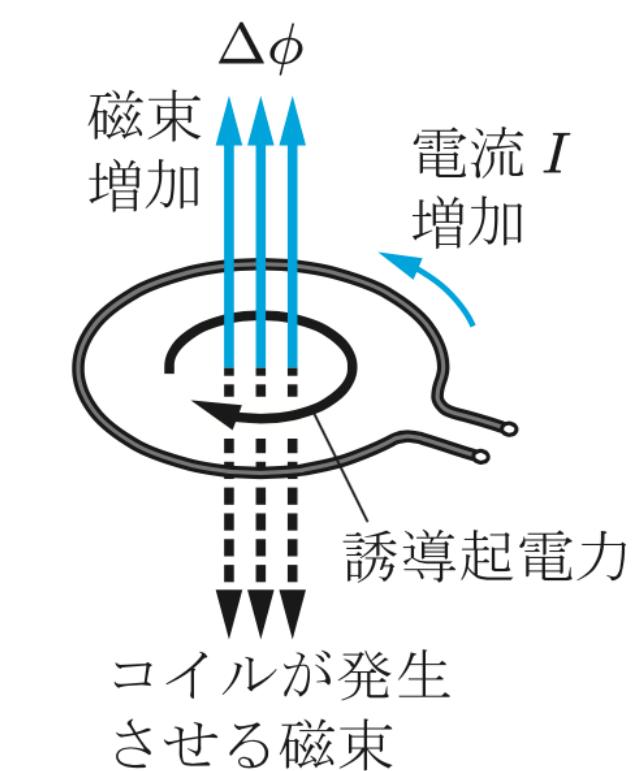


(b) 棒磁石を近づける

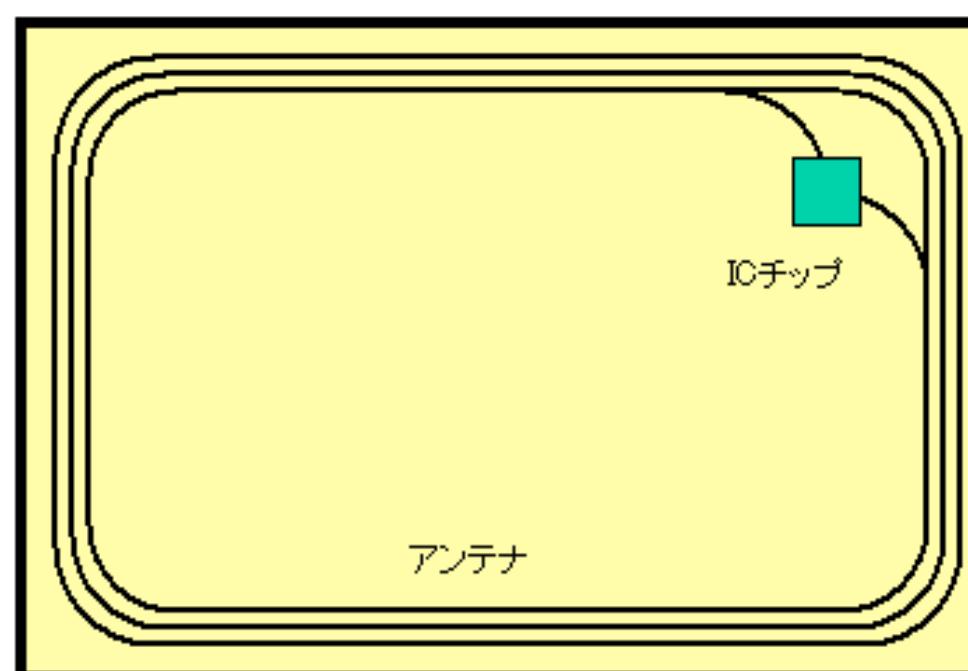


(c) 棒磁石を遠ざける

磁力線の数を保つように、逆向きの誘導起電力が生じる



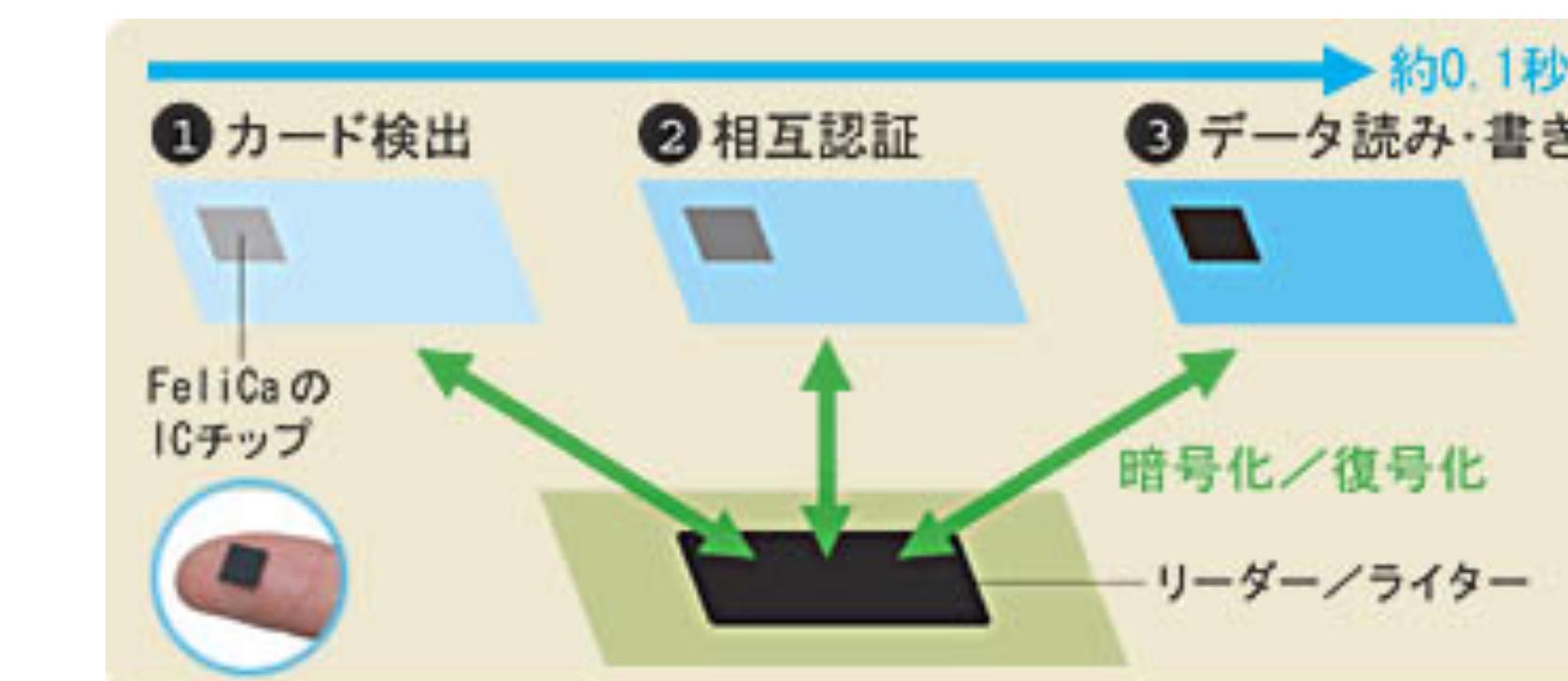
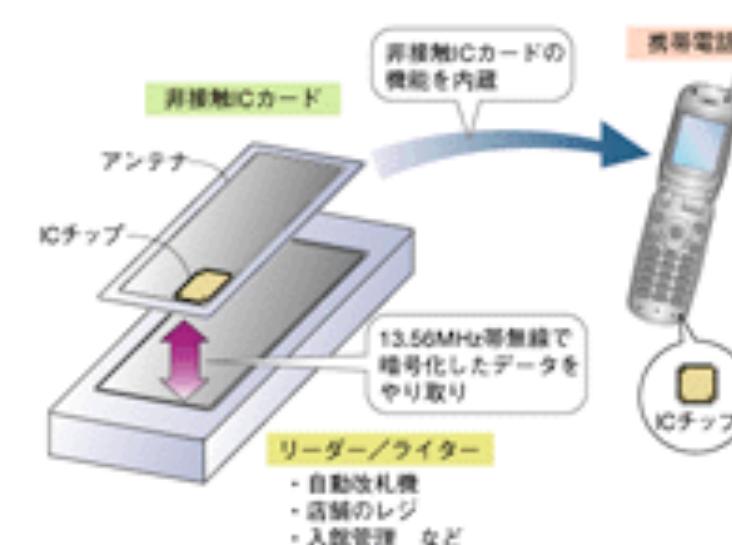
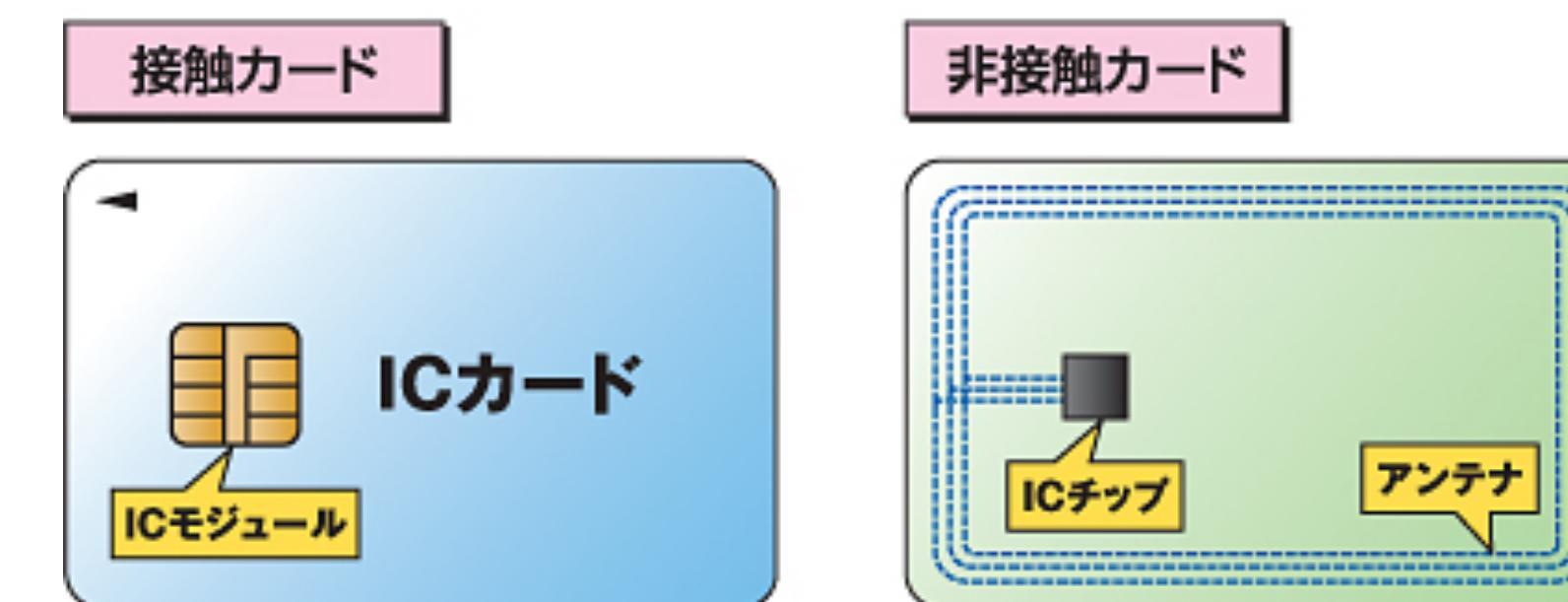
IC=Integrated Circuit 集積回路



Felica

利用周波数： 13.56MHz
データ転送レート： 212Kbps
非接触型ICカード（近接型）

■接触型ICカードと非接触型ICカードの仕組み



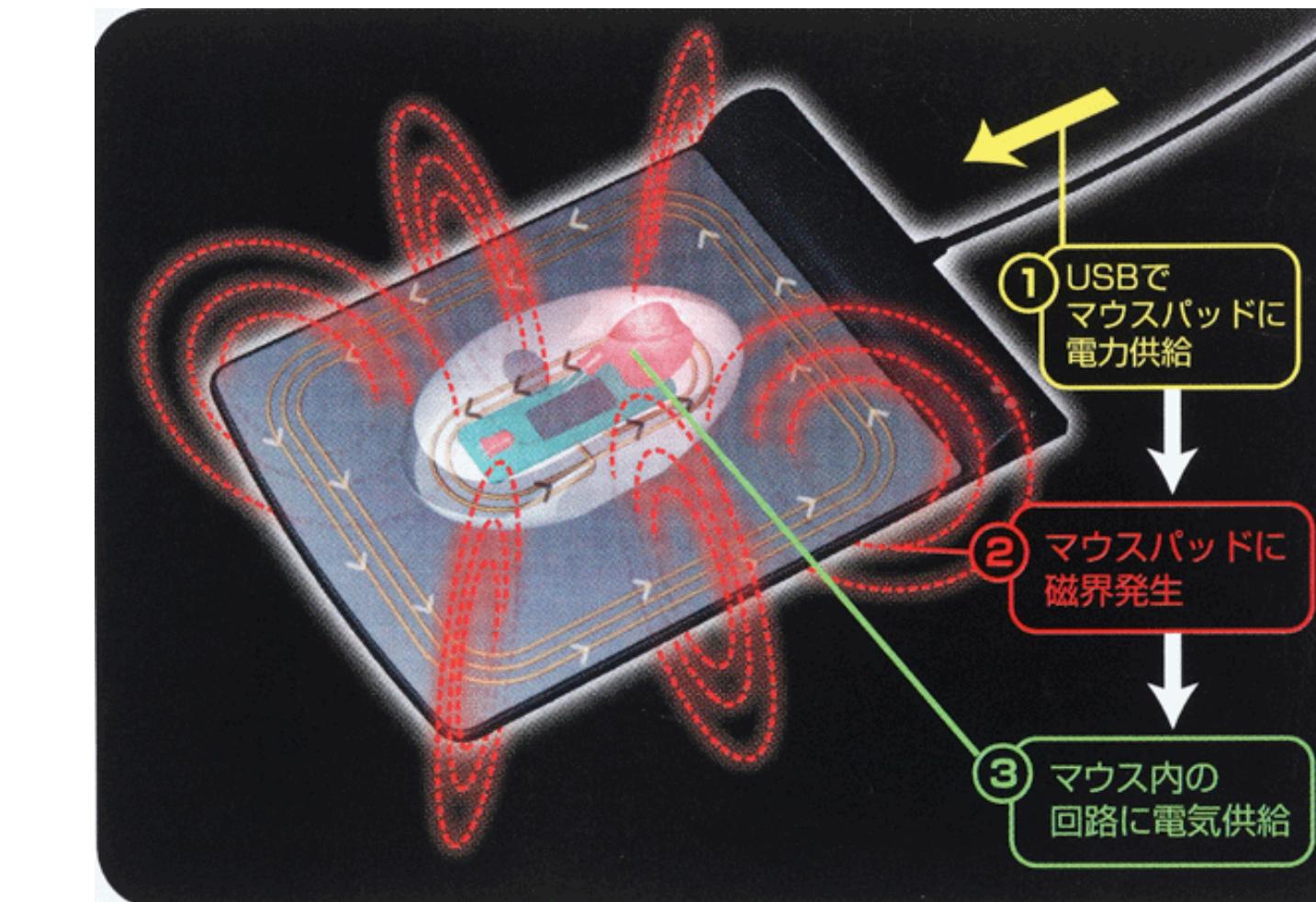
<http://ascii.jp/elem/000/000/355/355921/>

非接触型充電・ワイヤレス給電 のしくみ

電気自動車／ハイブリッドカーへの非接触給電システムの概要



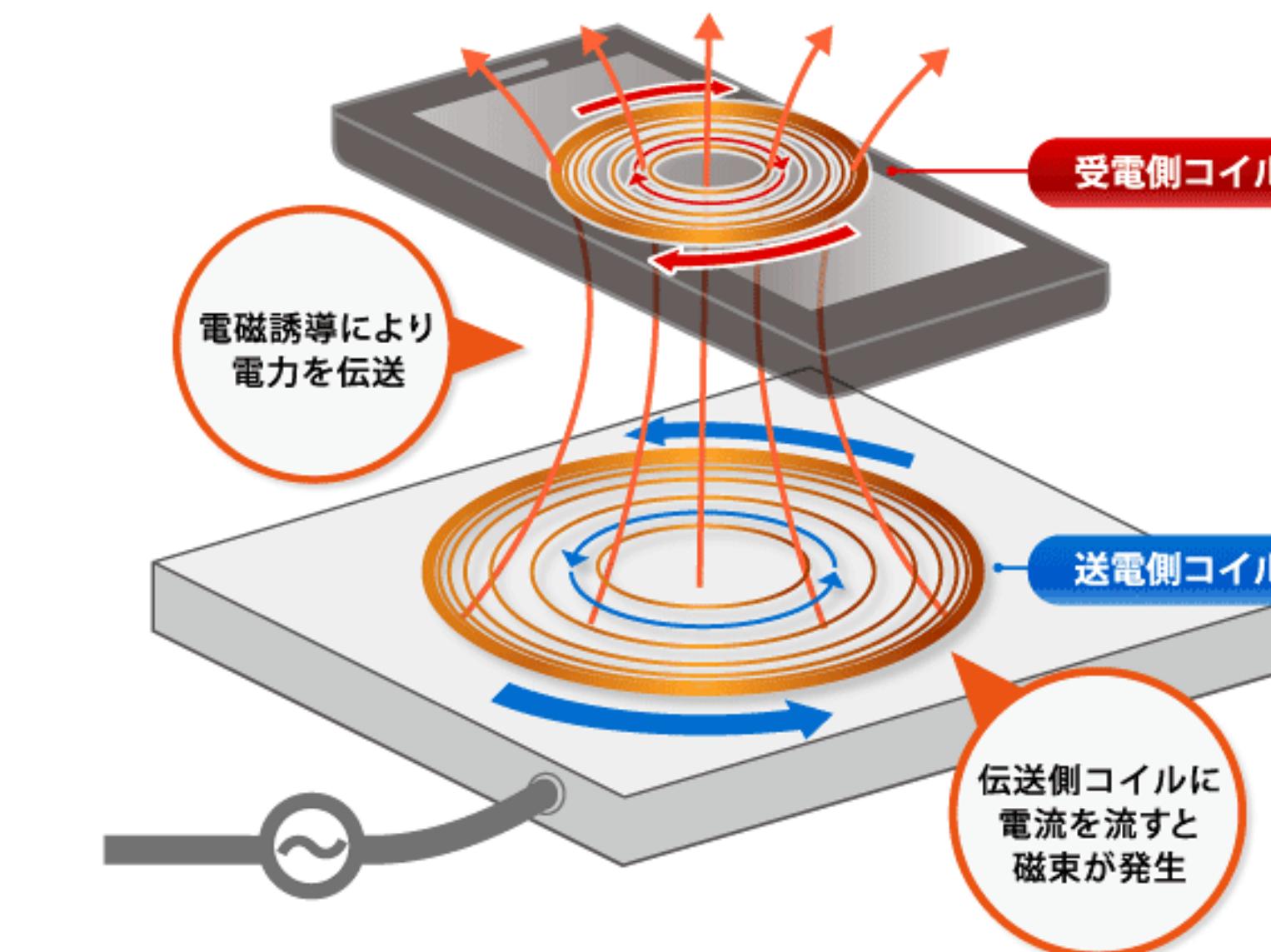
<http://www.tdk.co.jp/techmag/inductive/200906/index2.htm>



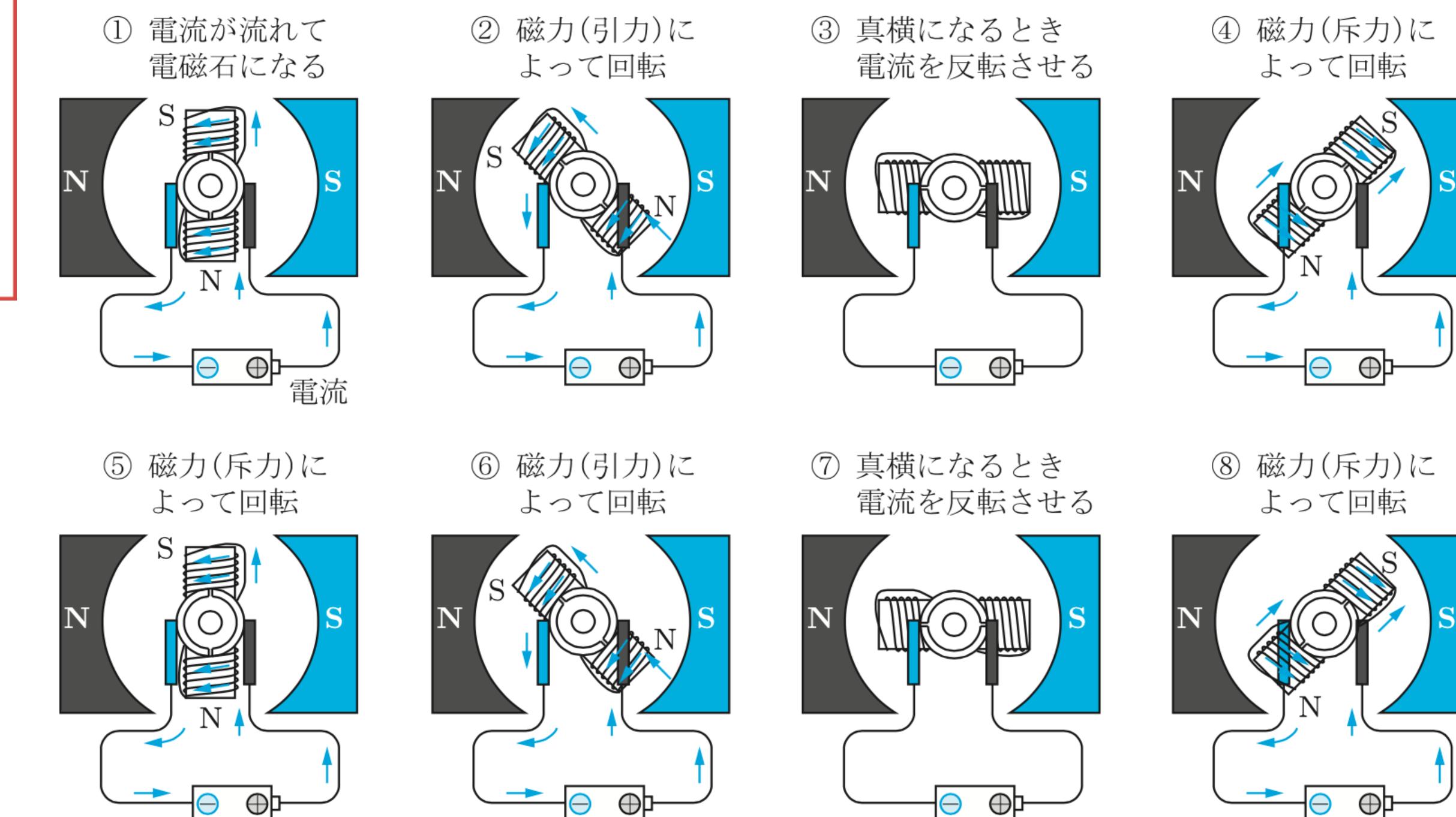
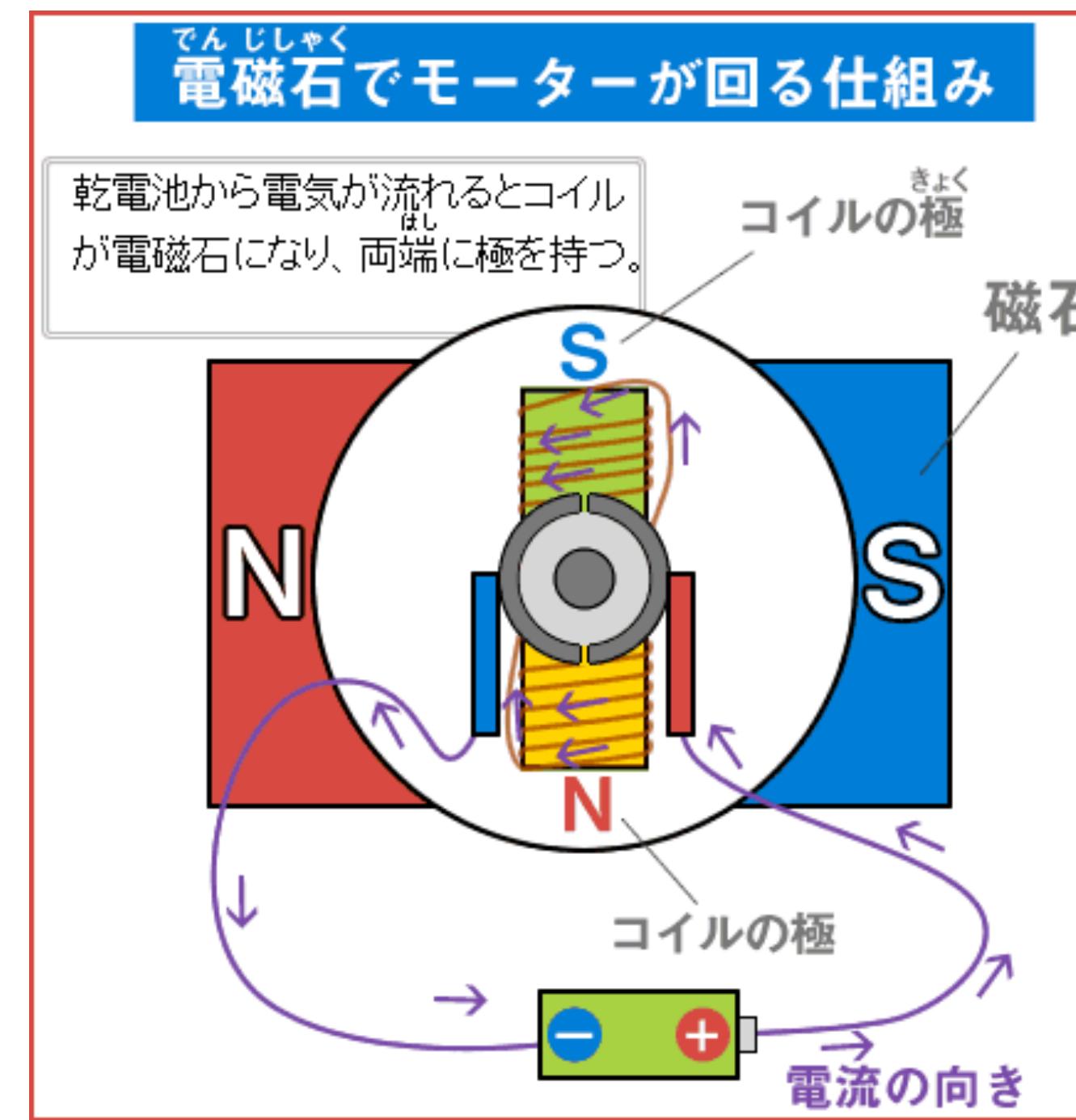
<http://ascii.jp/elem/000/000/355/355921/>



<https://car.watch.impress.co.jp/img/car/docs/558/803/html/P1120809.JPG.html>

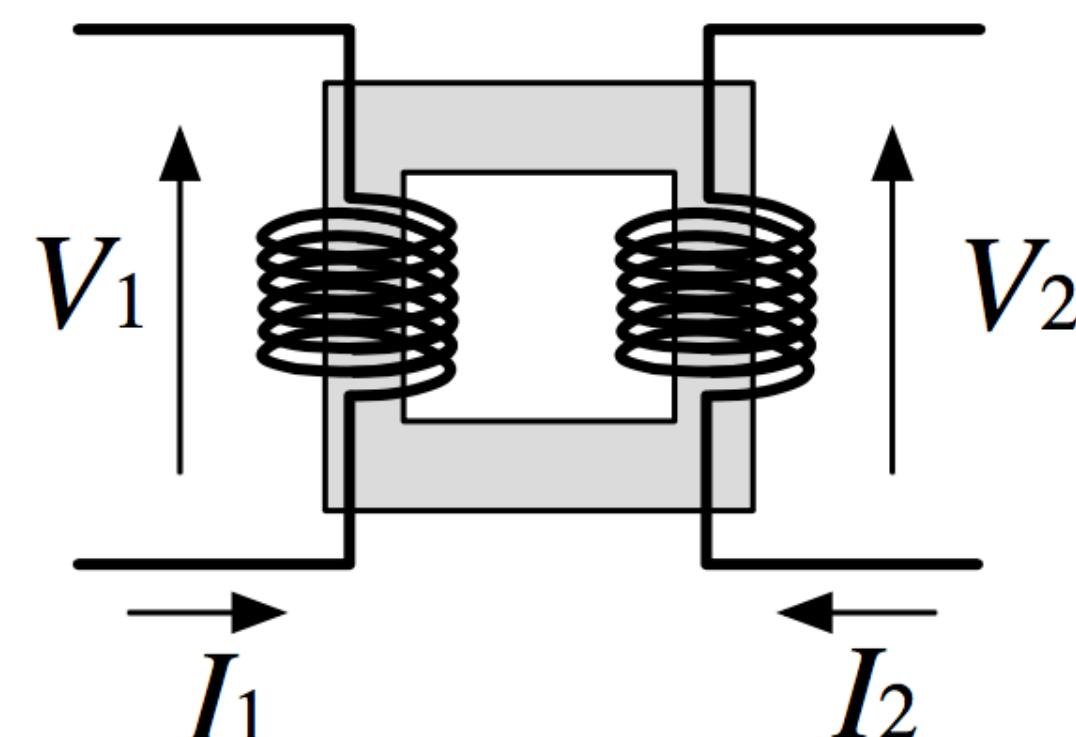


<http://nurgle77.com/4109.html>



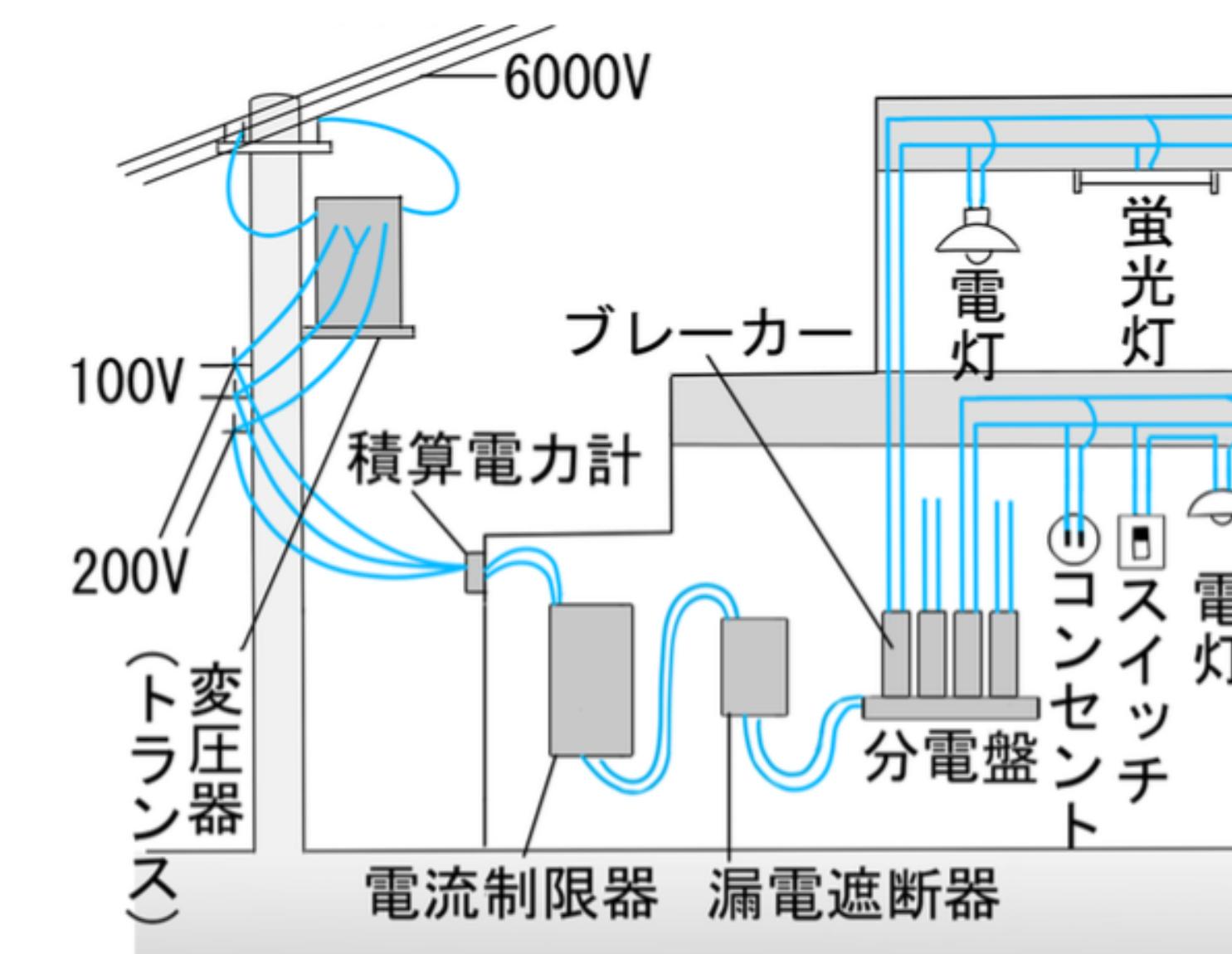
電圧を変える装置:変圧器

変成器 (transformer)

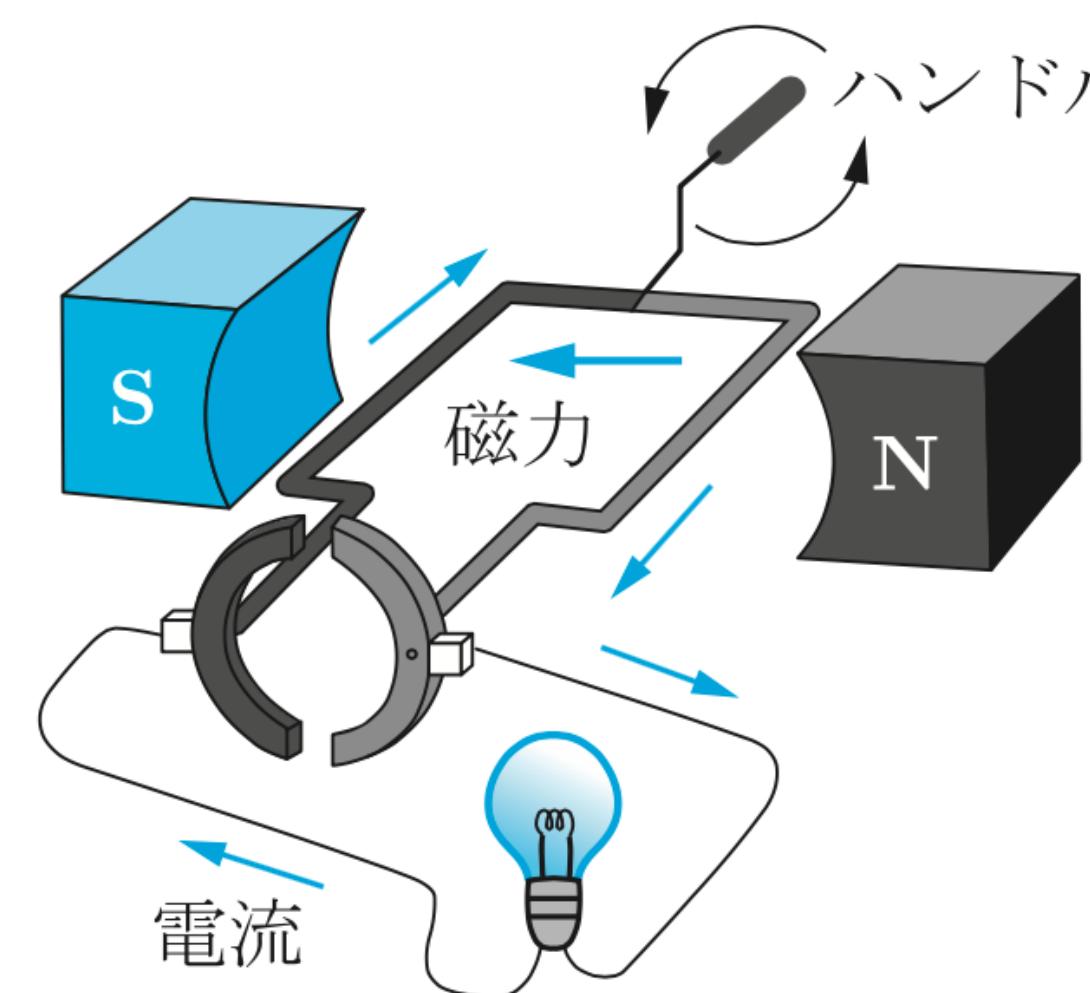


鉄芯にコイルを巻く
電流が変化すると鉄芯に磁場が発生
もう一方のコイルに電流発生

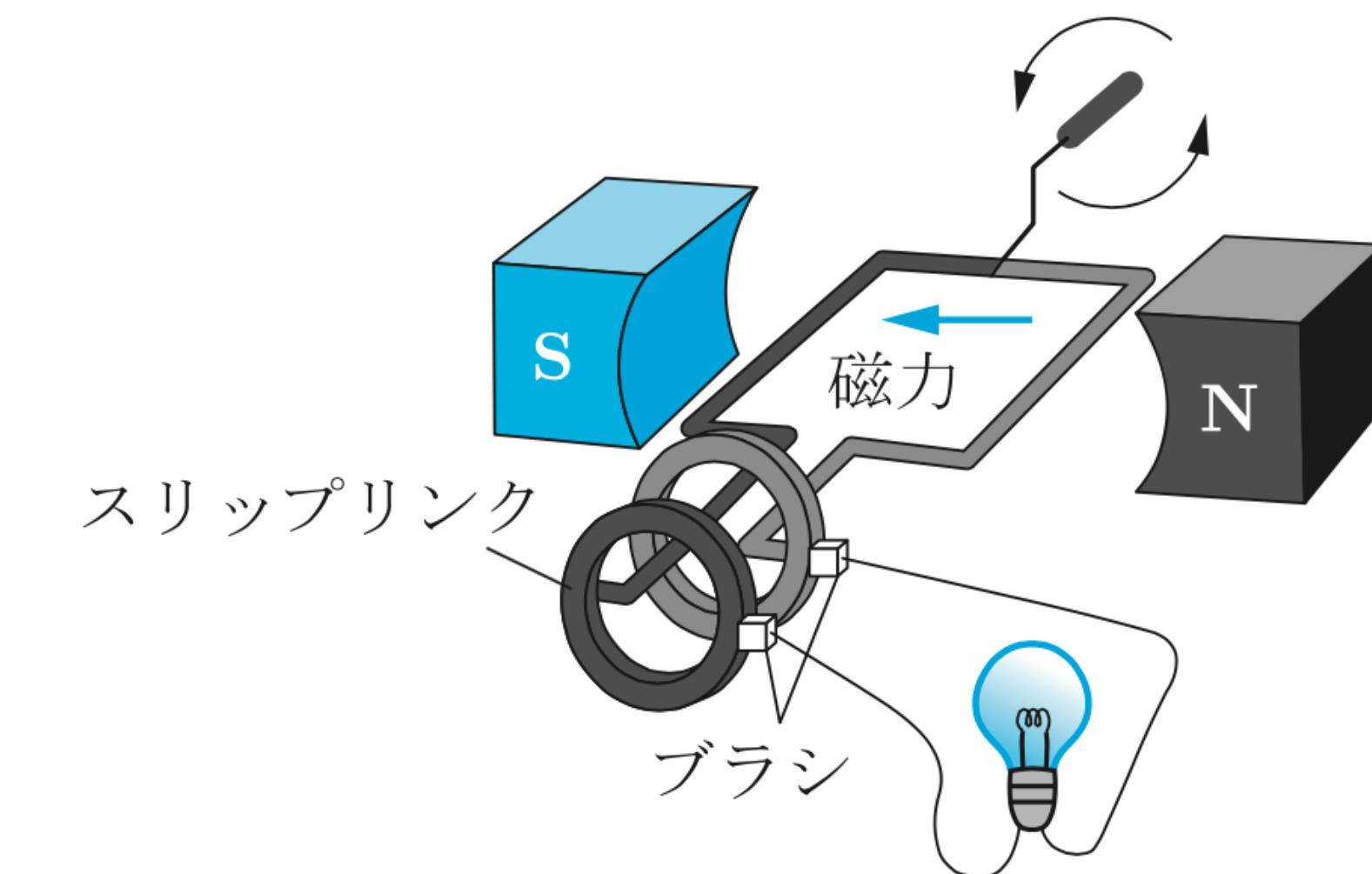
コイルを巻き数比
→電圧比



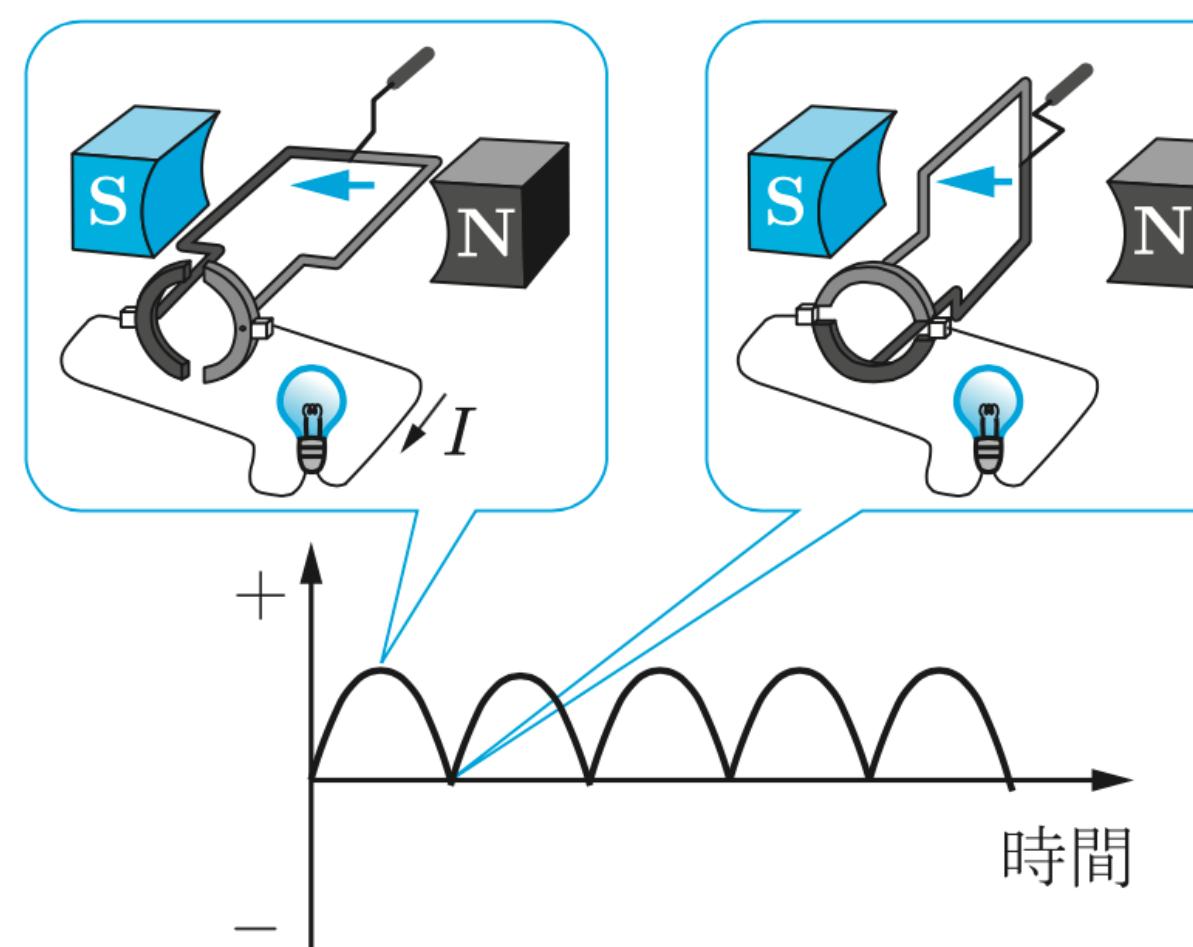
発電機のしくみ



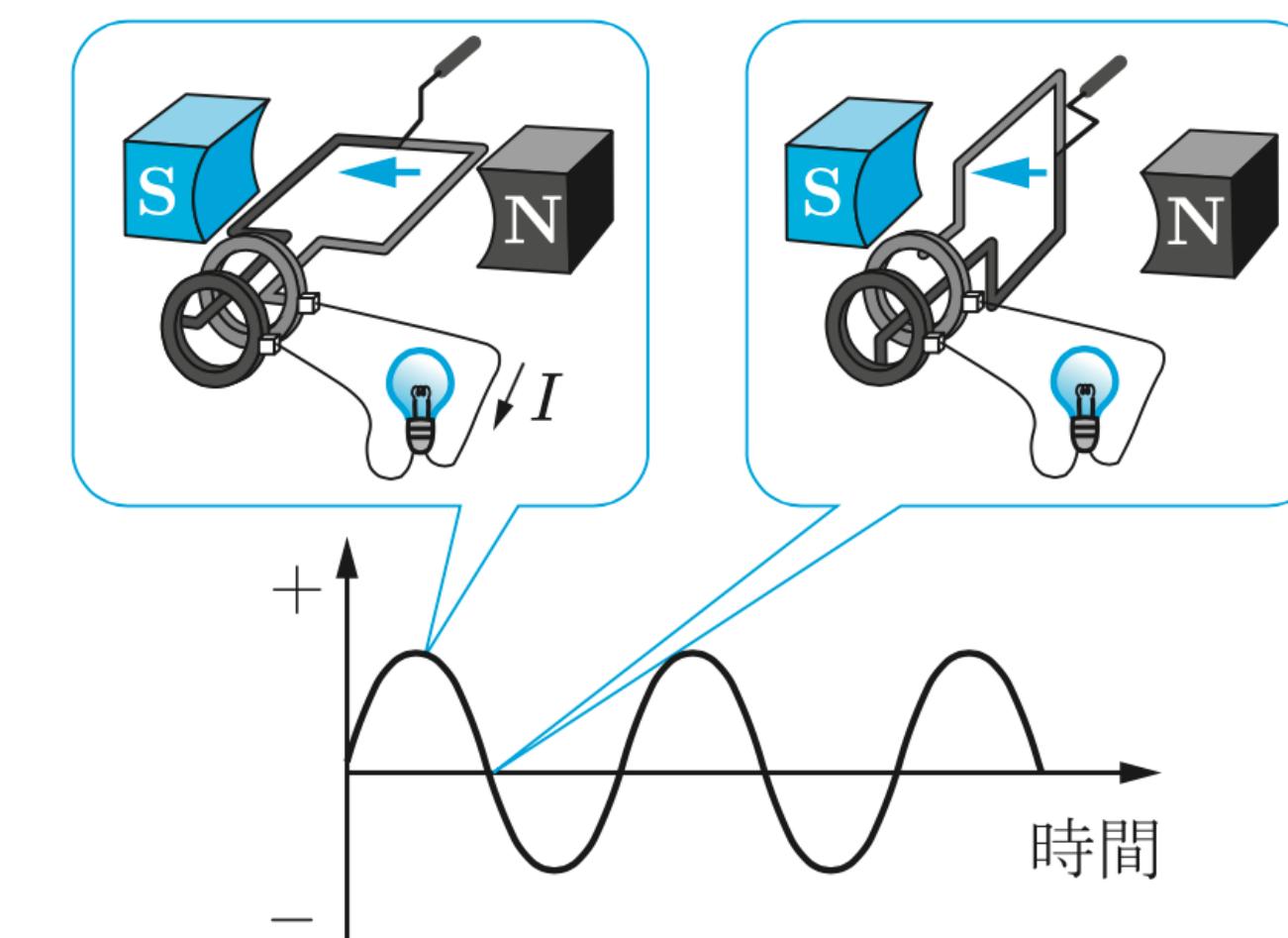
(a) 直流発電機のしくみ



(b) 交流発電機のしくみ

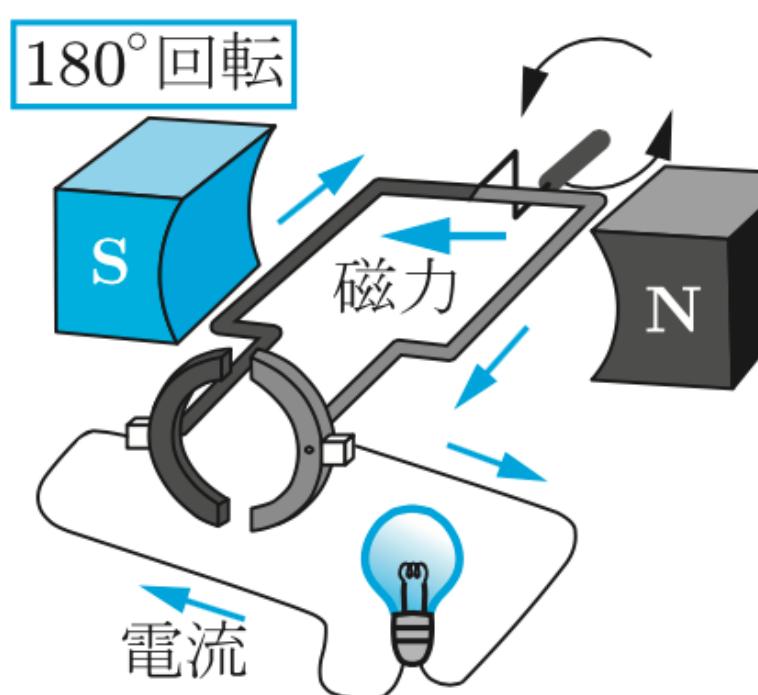
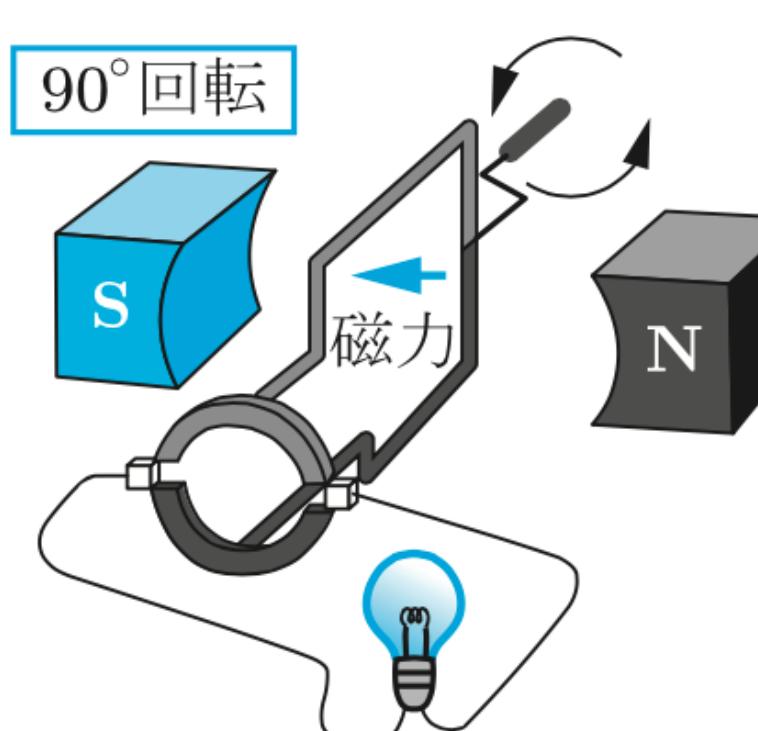
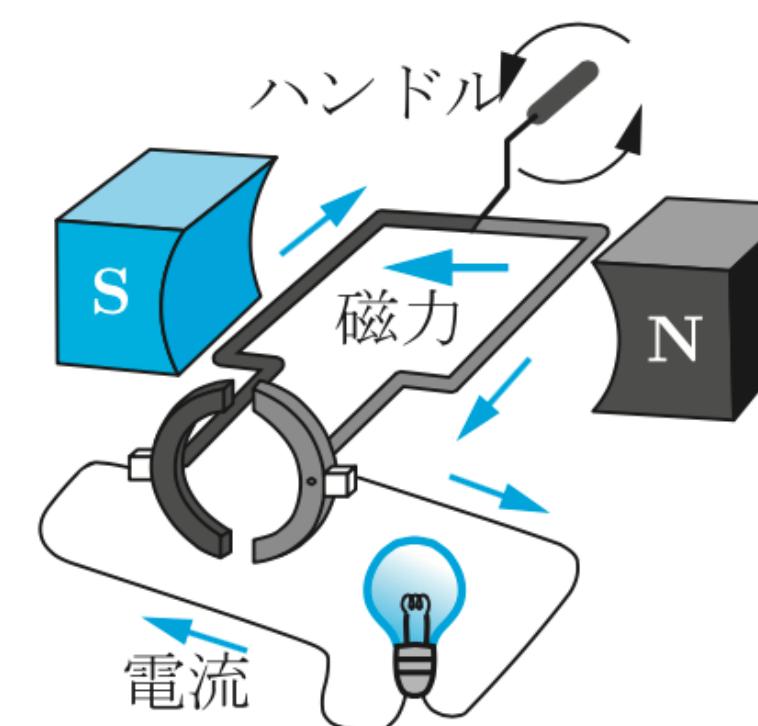


(a) 直流発電機の波形

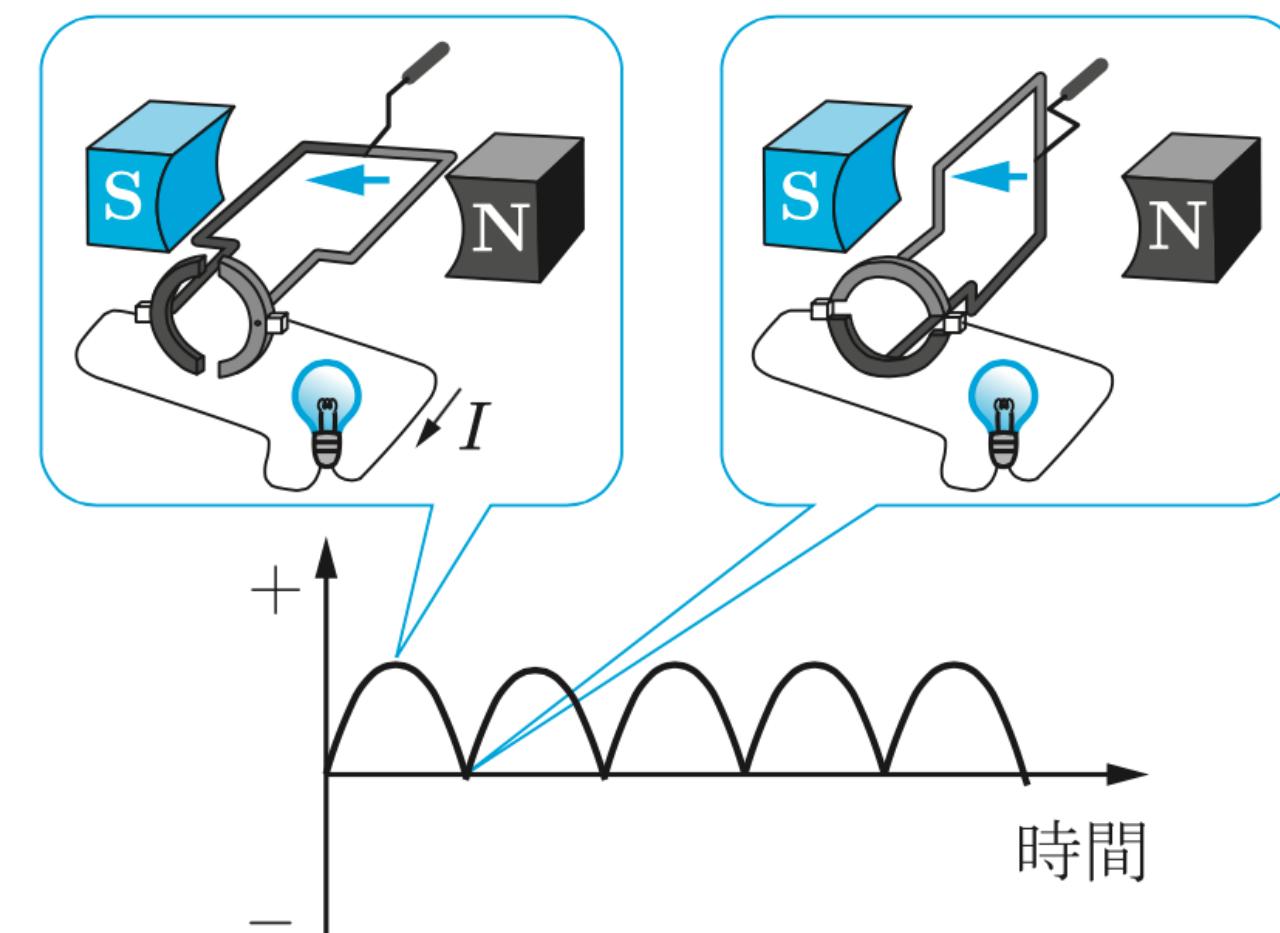


(b) 交流発電機の波形

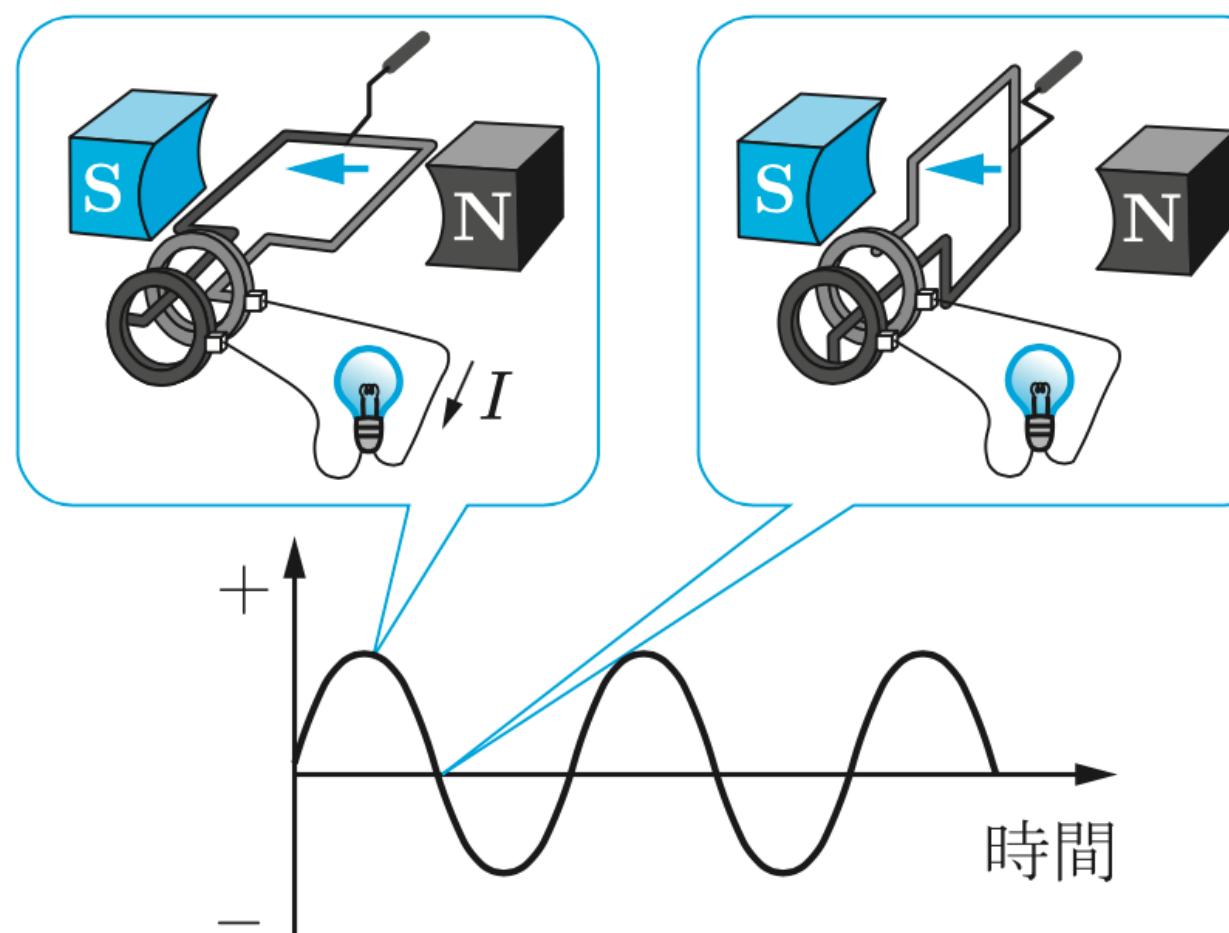
発電機のしくみ



モーターと同じ装置で、力をいれて回すと、発電機になる。

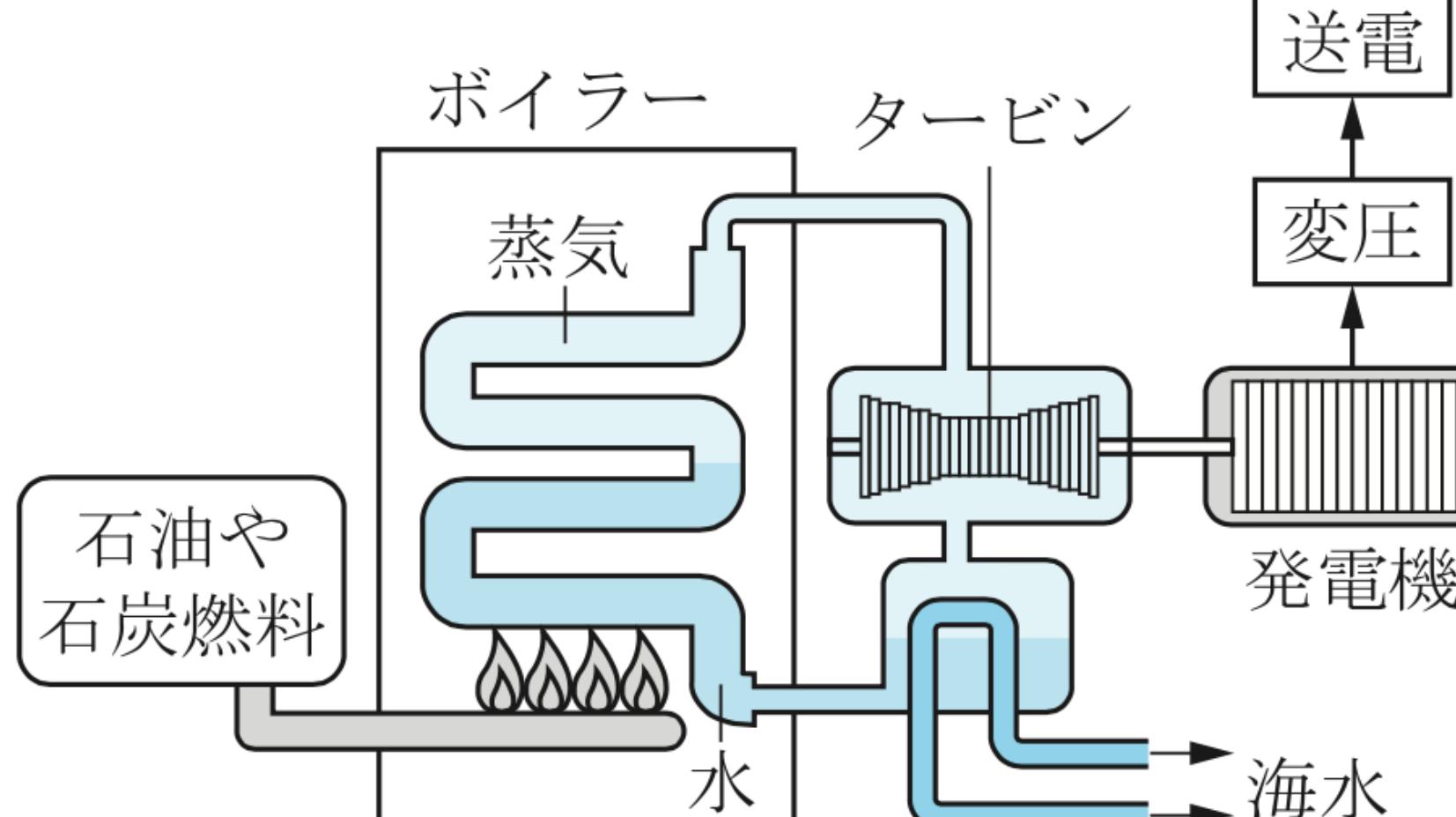


(a) 直流発電機の波形

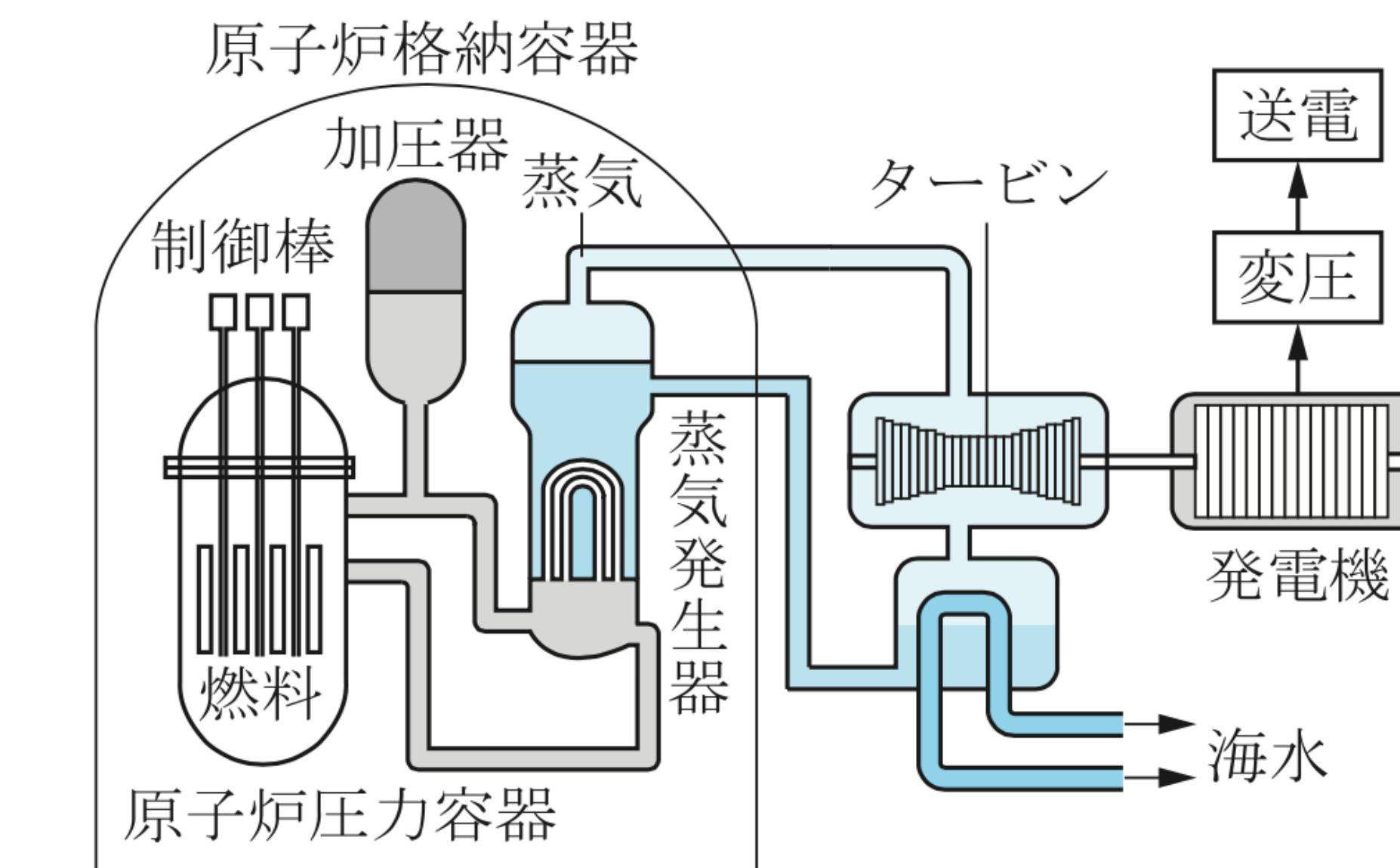


(b) 交流発電機の波形

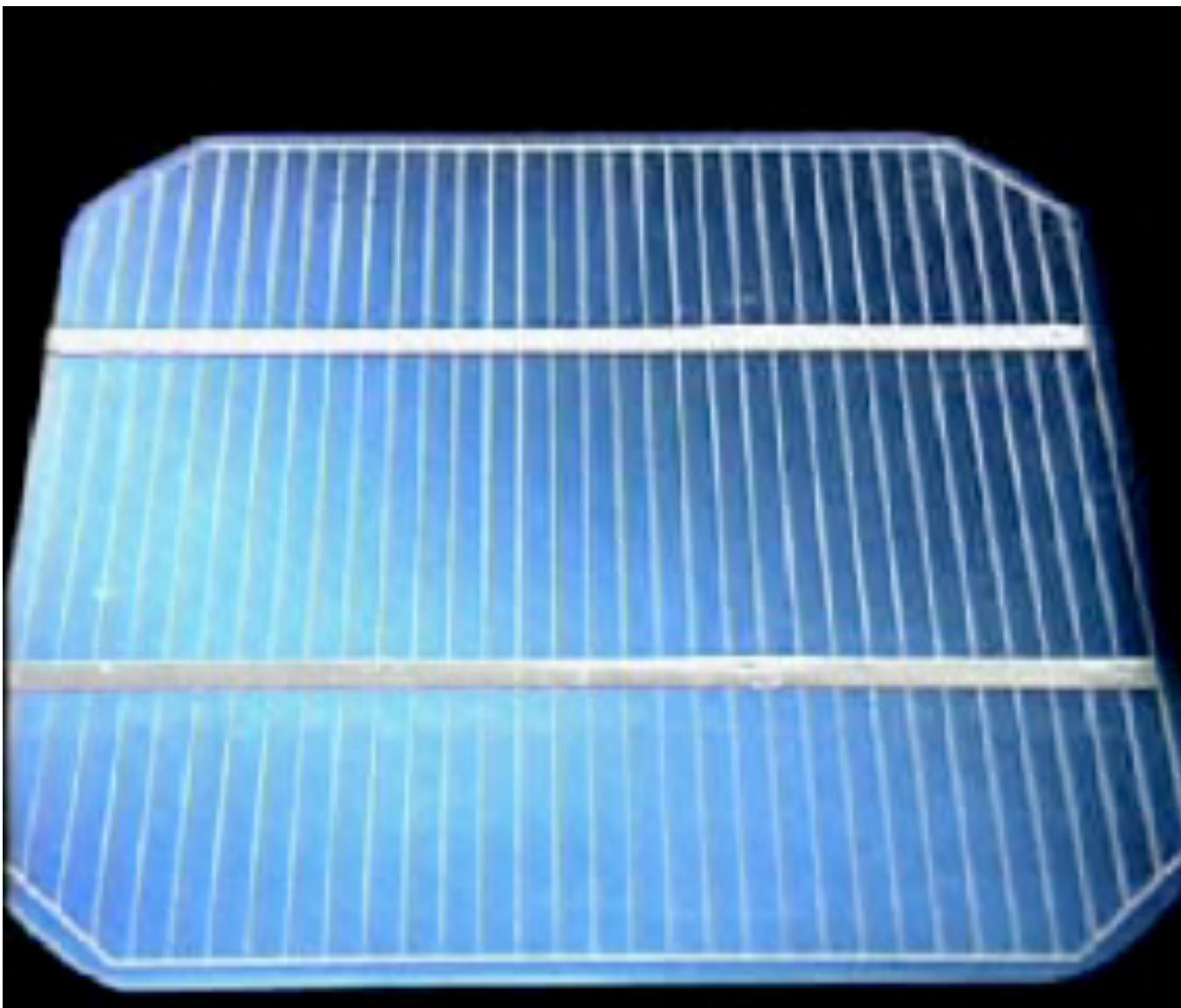
水力発電、火力発電、原子力発電、風力発電. . .
タービンを回す、という意味で同じ。



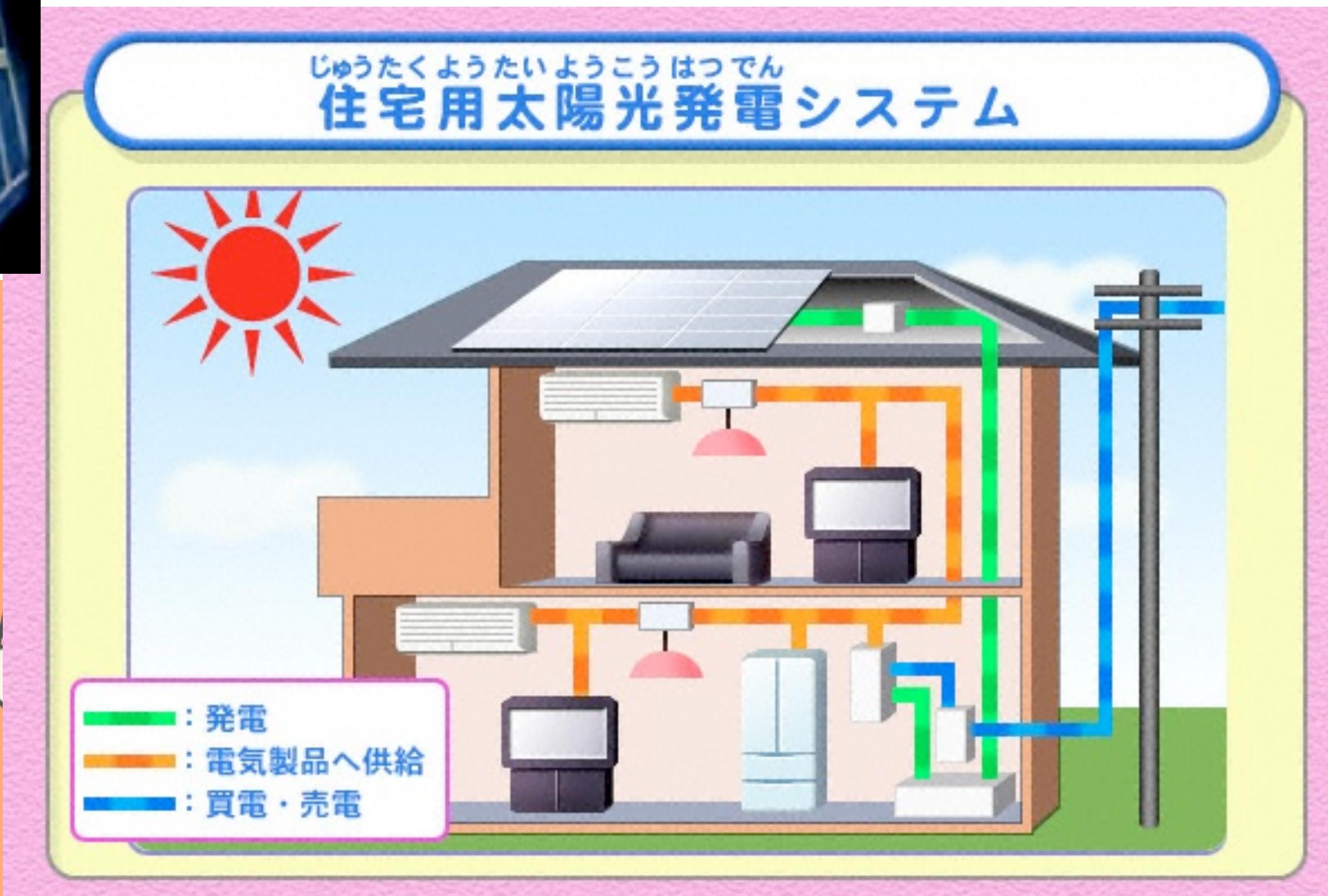
(a) 火力発電

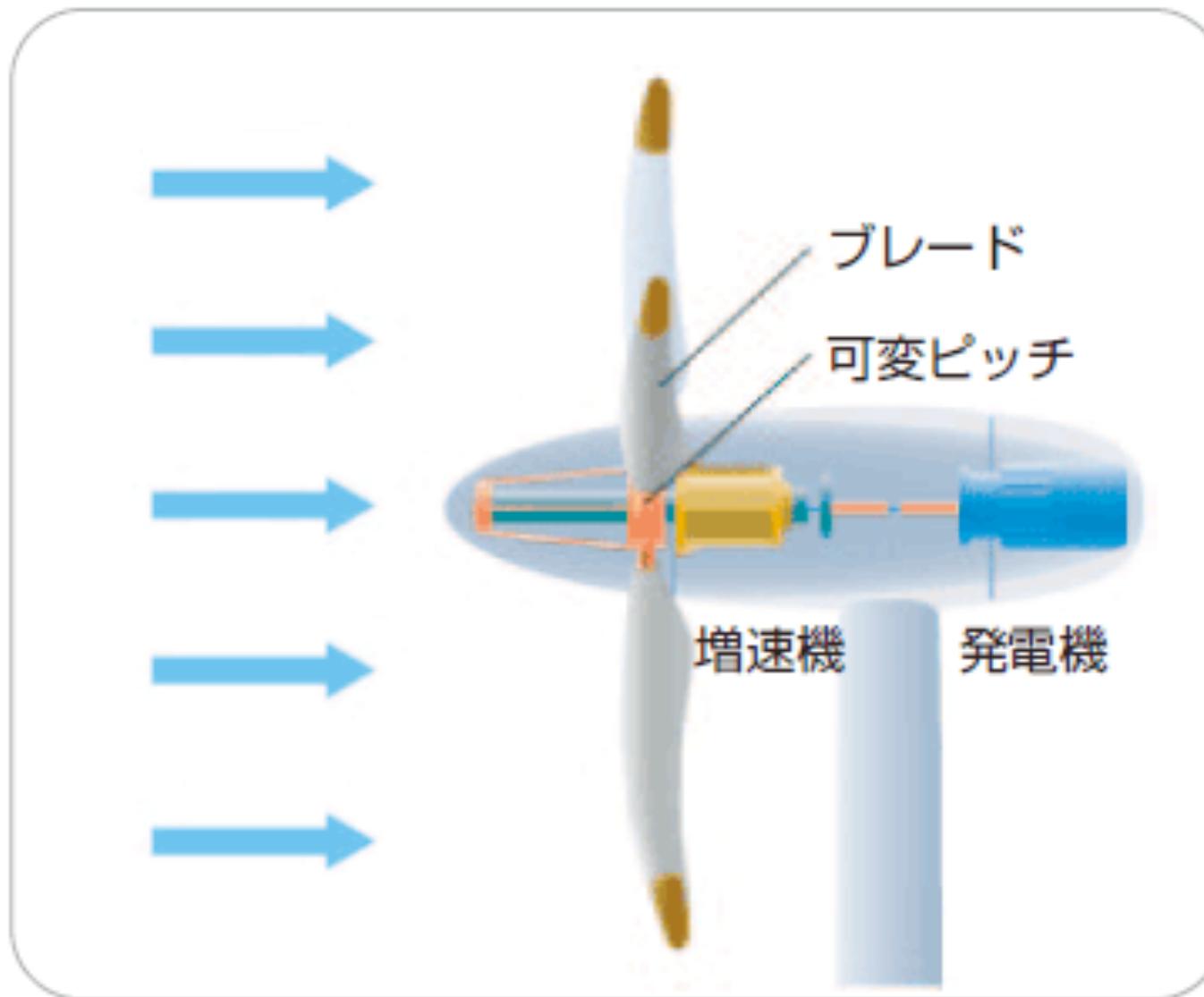


(b) 原子力発電



- 1 メリット** メンテナンスフリー
システムが比較的単純なため、一度設置するとほとんどメンテナンスが必要ありません。
- 2 メリット** エネルギー源は太陽光
全国どこでも太陽光のある場所なら、基本的にどこでも設置することができます。
- 3 メリット** 未利用スペースを有効活用
システムの規模(太陽電池の面積)を自由に決められるので、限られた未利用スペースに設置できます。





<http://www.f-kikakukoubou.jp/cocoeco/138>

- メリット 1 発電コストが低い**
新エネルギーの中では比較的発電コストが低いという特長があります。
- メリット 2 夜間も稼働**
風さえあれば昼夜を問わず年中稼働することができます。
- メリット 3 変換効率が高い**
風車は、風の持つエネルギーの約40%を利用でき、比較的変換効率が高いとされています。

<http://www.nef.or.jp/pamphlet/index.html>



IHクッキングヒーター(電磁調理器)

IH=Induction Heating 誘導加熱

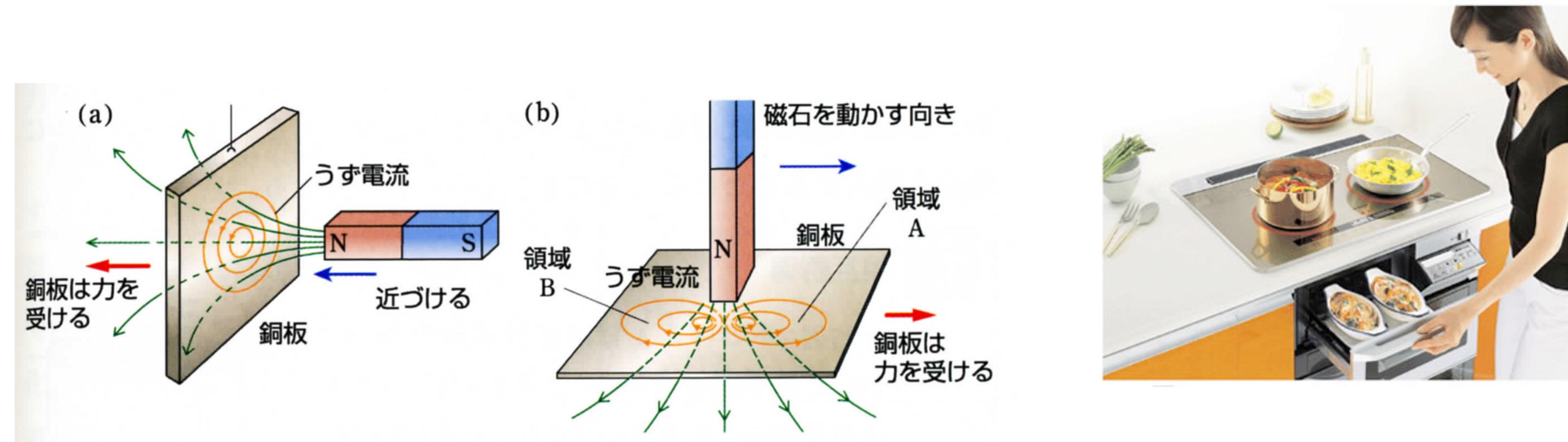
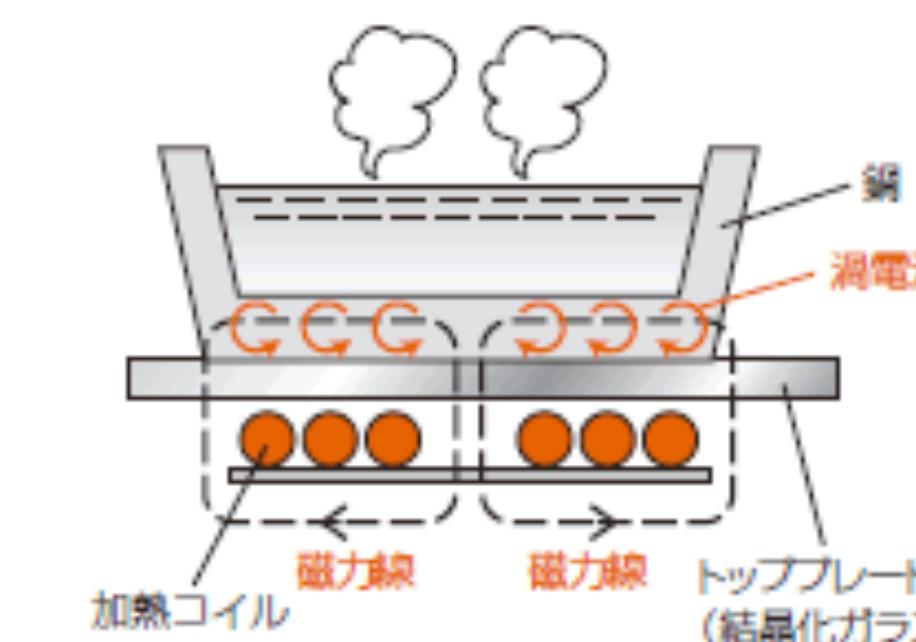
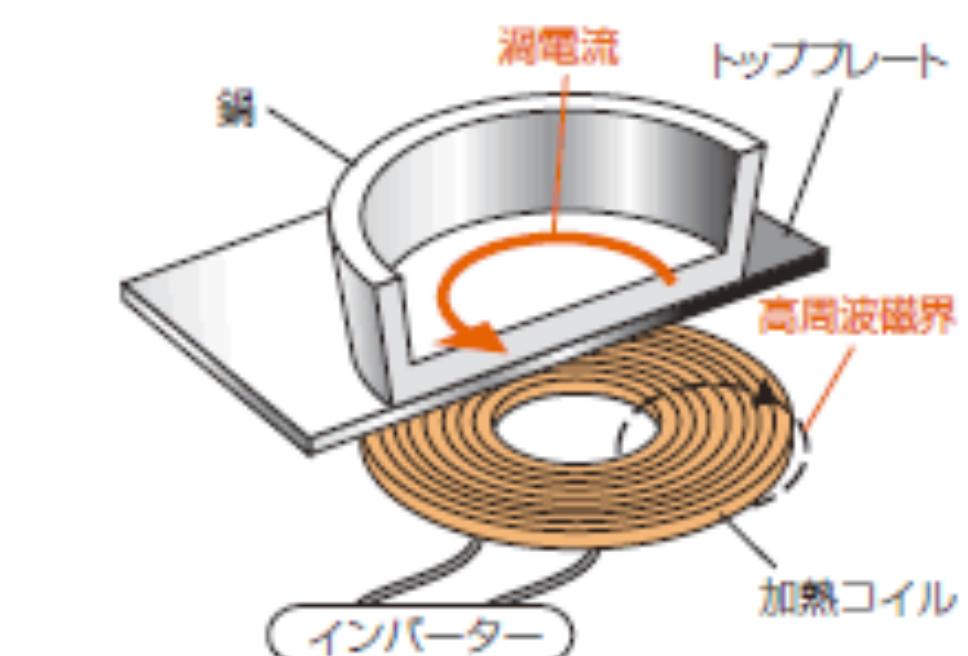


図1 IHクッキングヒーターの仕組み

■ 加熱の原理

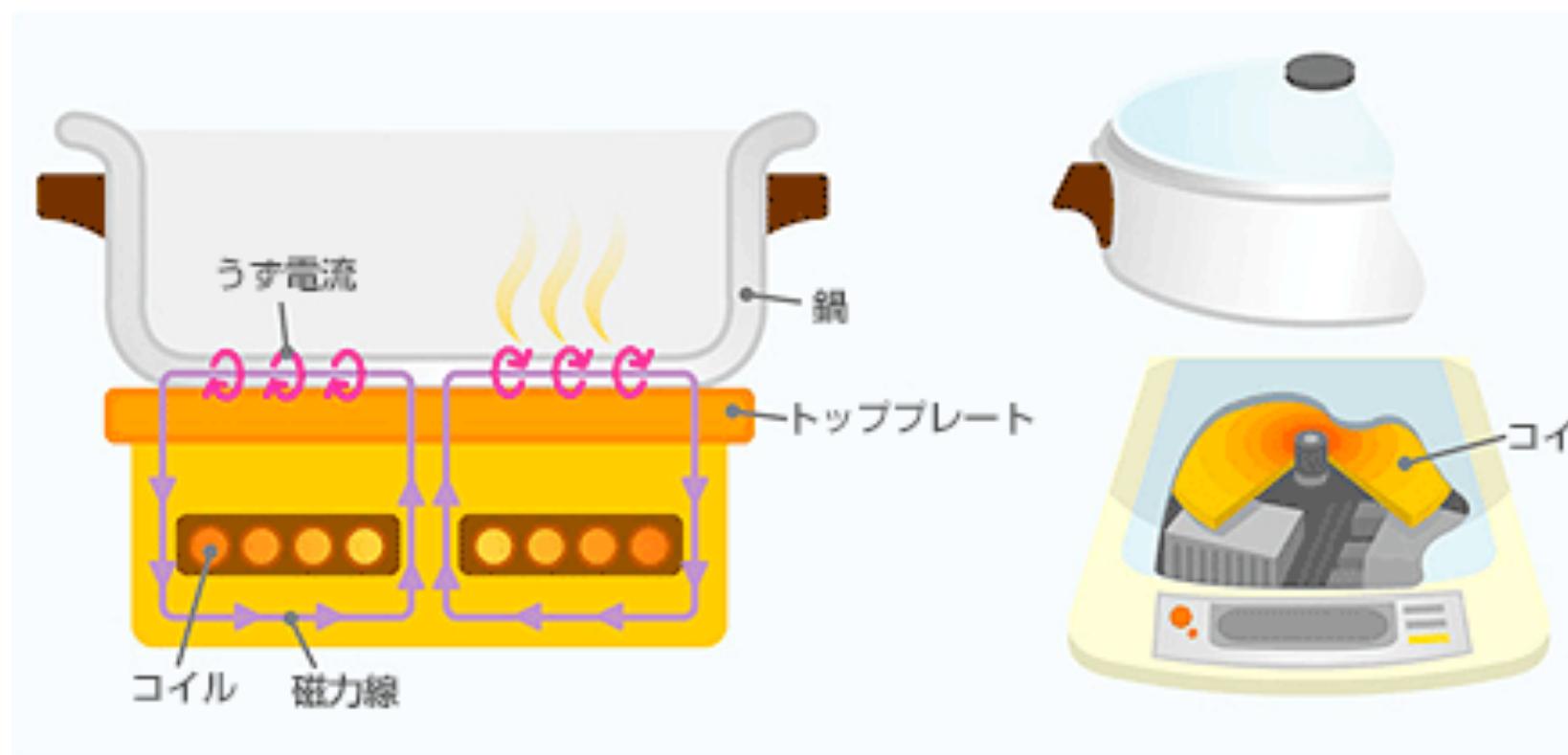


■ 内部の構造



IH調理器のしくみ

電磁調理器の仕組み



- 高周波の電気が流れる
→ 磁力線が鍋を通る
→ うず電流が発生する
→ 電気抵抗により鍋が加熱する

抵抗の大きい金属ならば、ジュール熱が発生するので温まる。

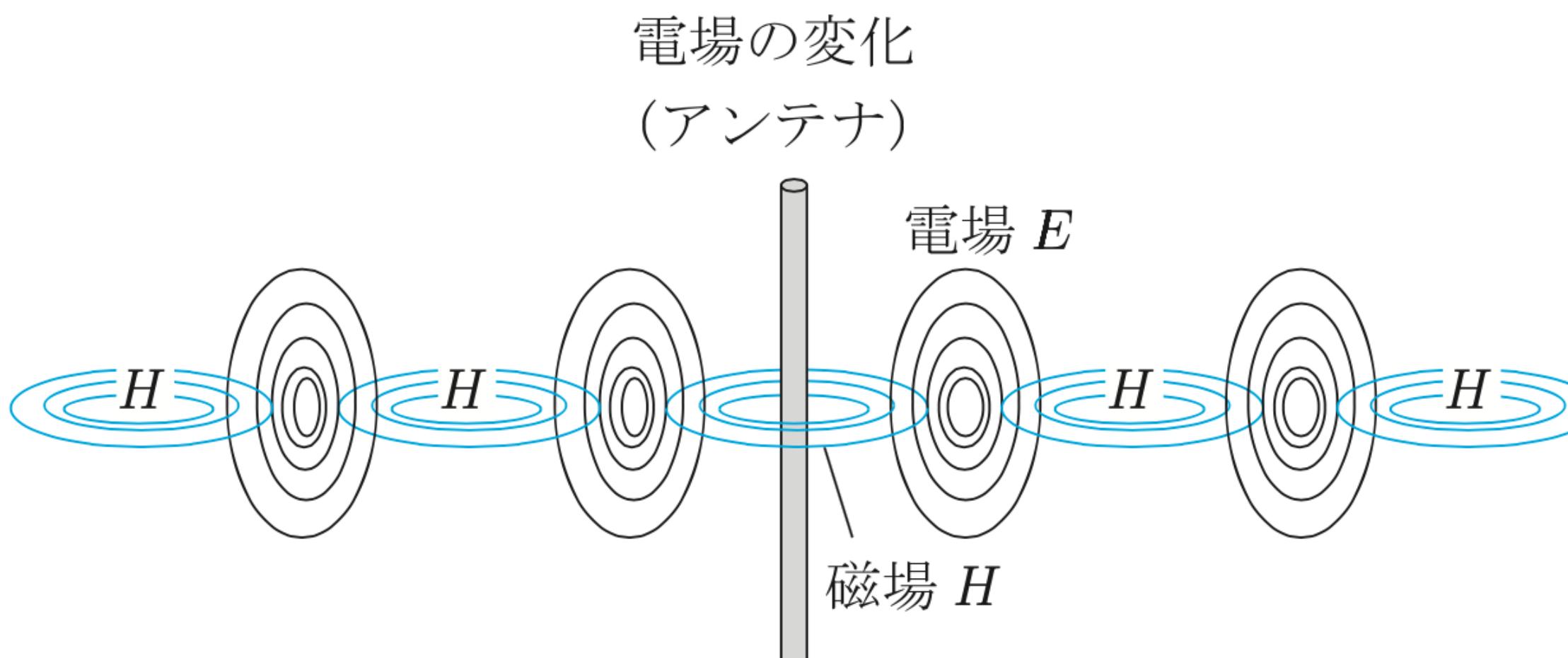
- ~~=====~~ 銅やアルミなど電気抵抗の低い金属でできた鍋
~~=====~~ 底の薄い鍋

最近は、交流の周波数を上げて使える鍋の種類を増やしている製品も登場した

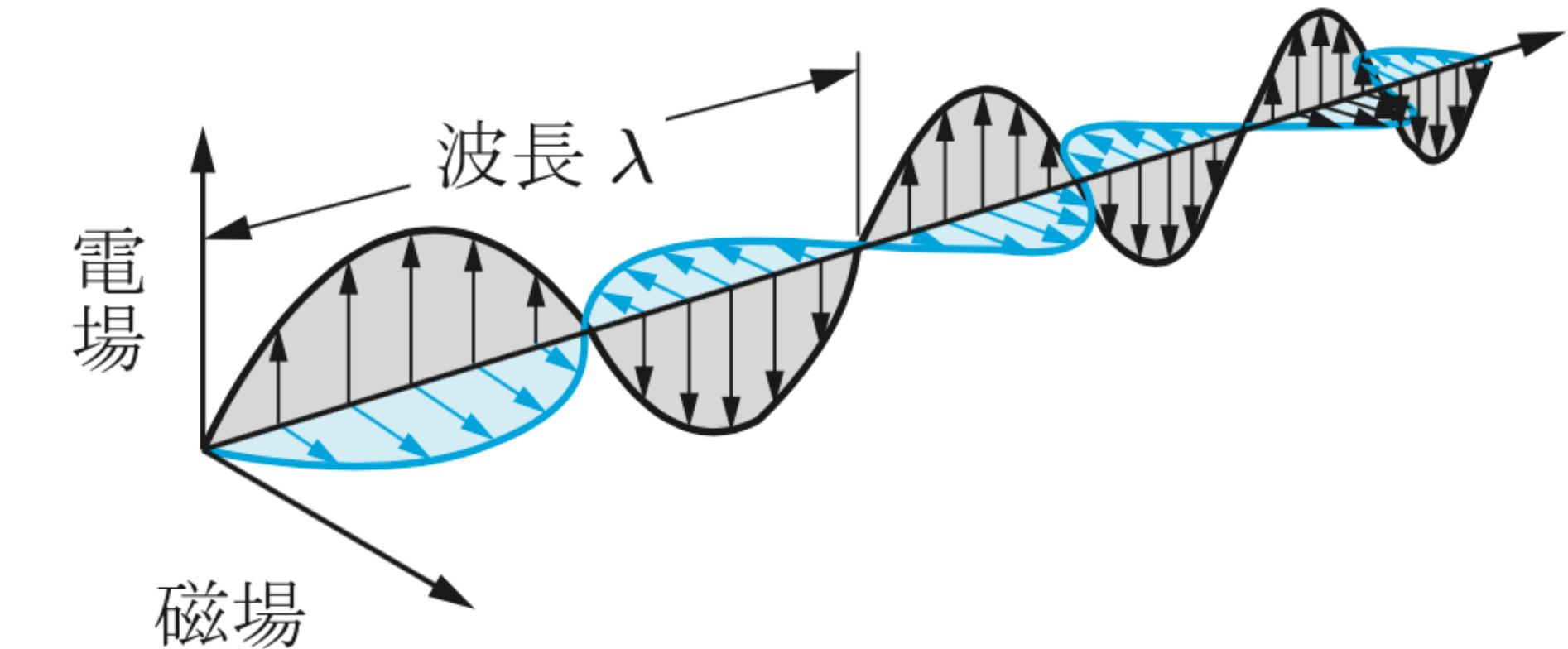
少しでも持ち上げると加熱されない。

電磁波

性質4: 電場と磁場が交互に電磁誘導を引き起こし,
電磁波として伝わる



(a) 電磁波の発生

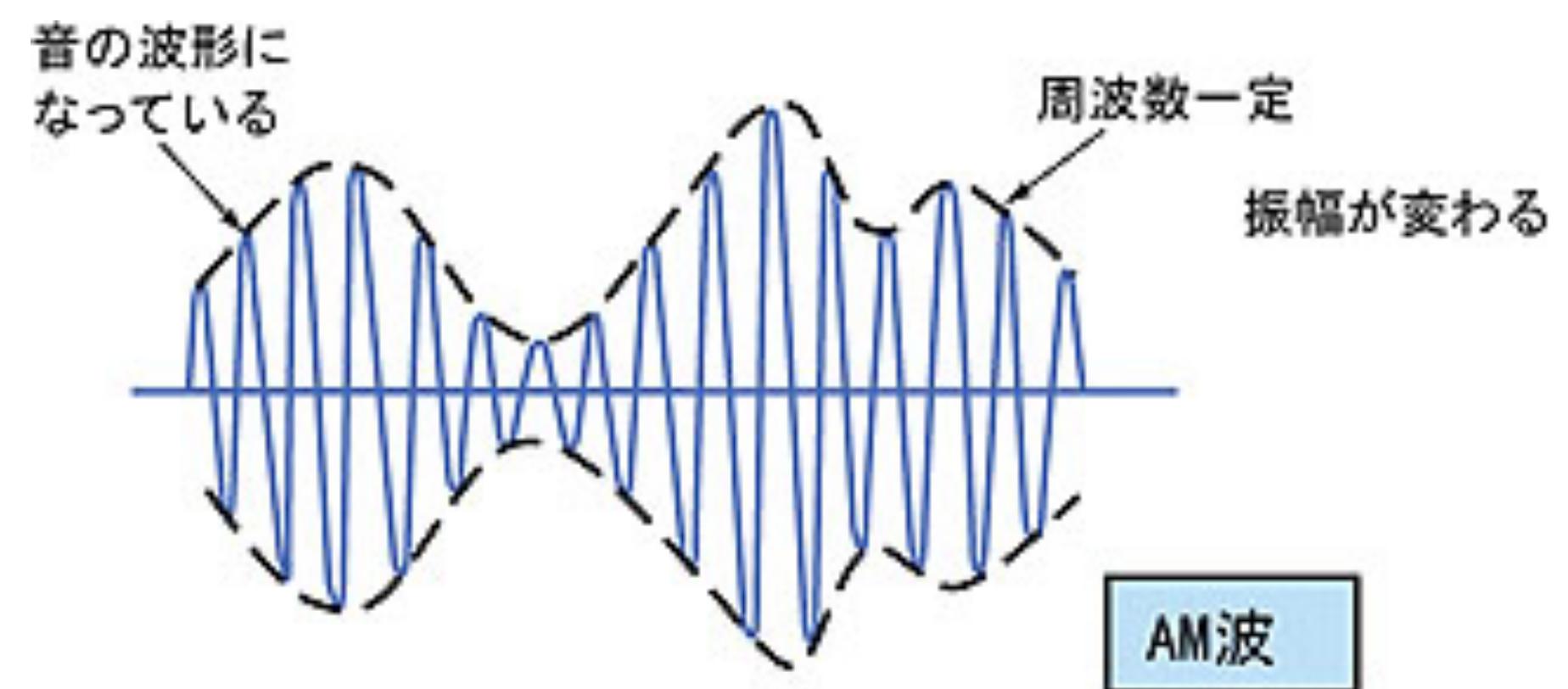
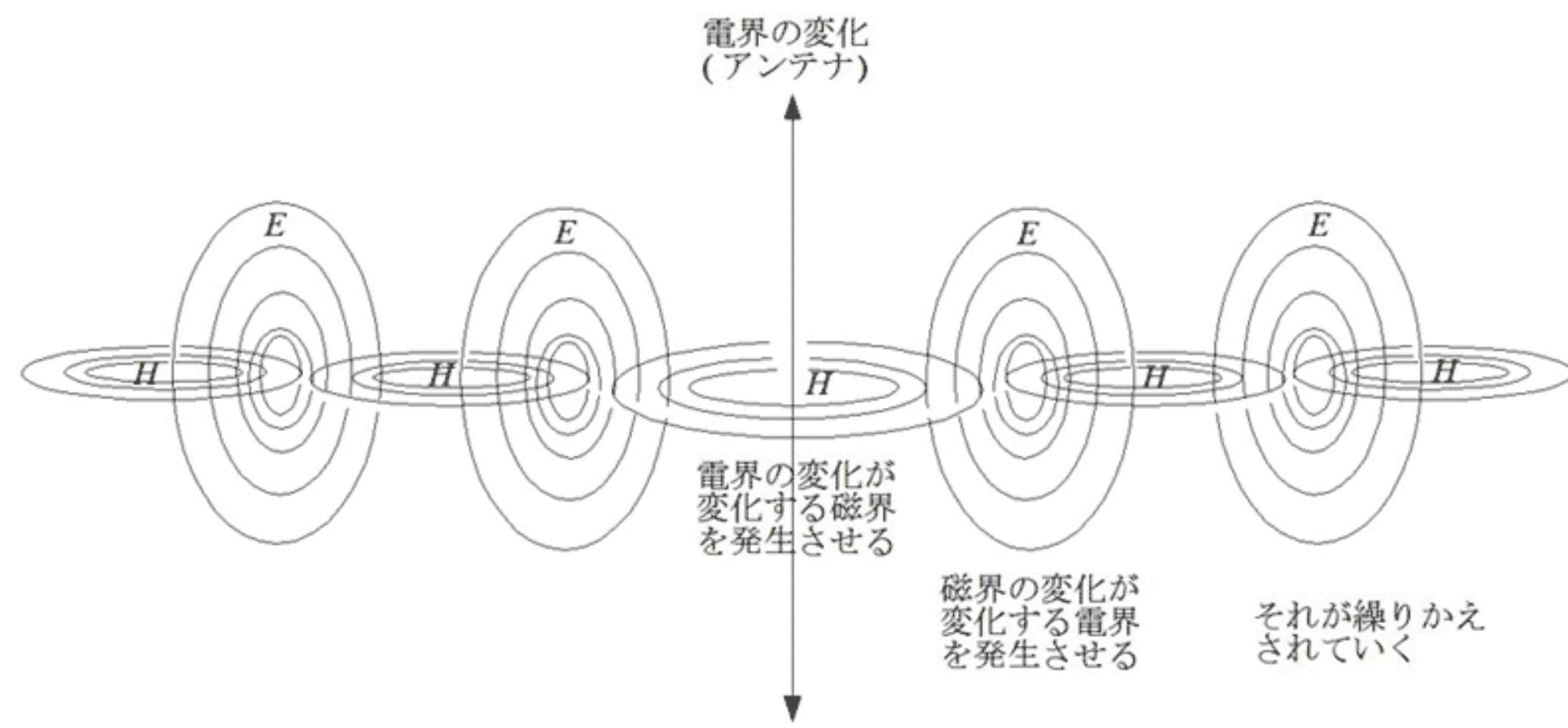


(b) 電磁波の伝播

光速 (秒速30万km) で伝わる

電波の発生のしくみ

電界と磁界が交互に発生し、空気の中を伝わっていく

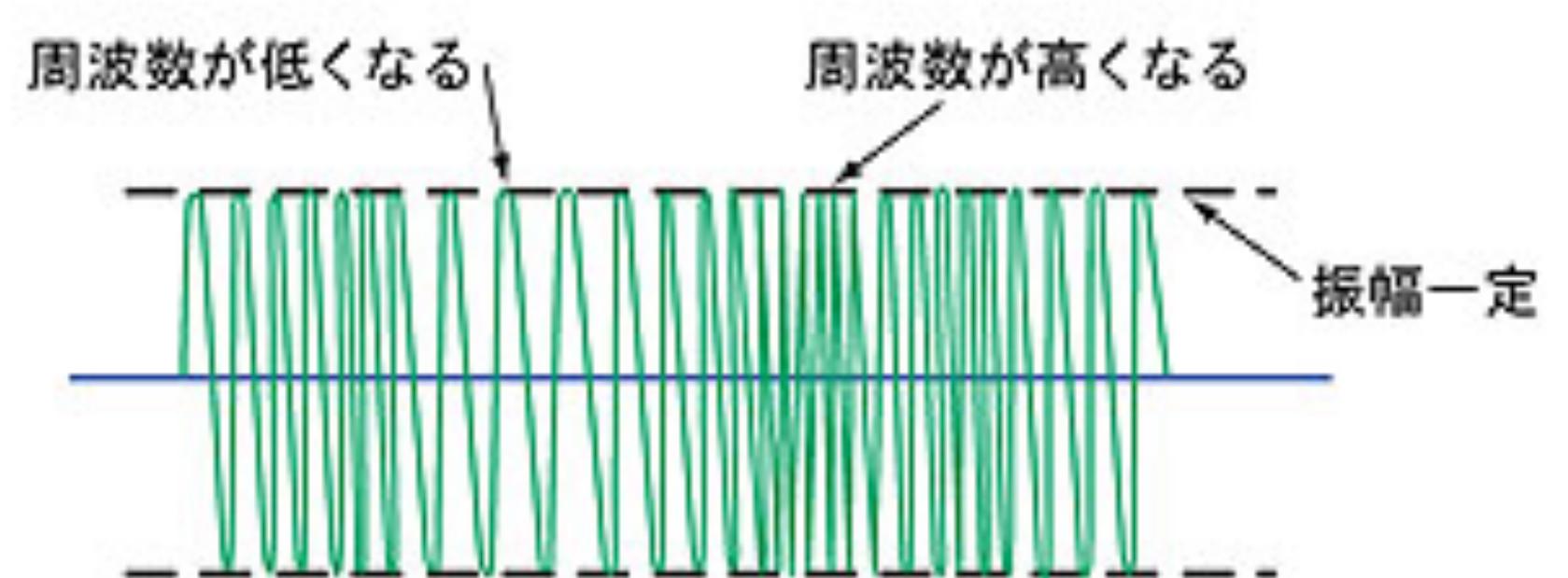


映像信号の場合

AM=Amplitude Modulation (振幅変調)

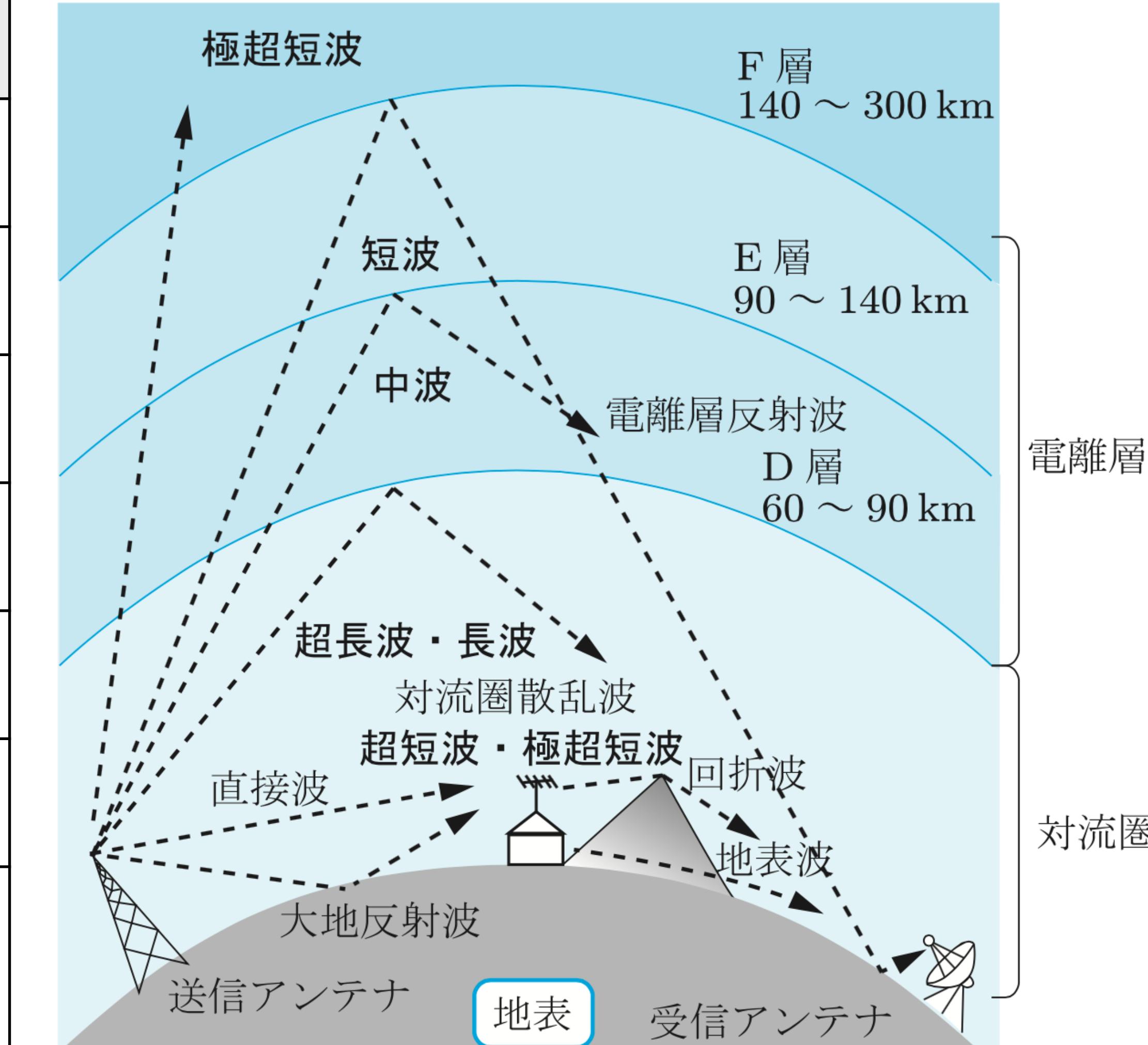
音声信号の場合

FM=Frequency Modulation (周波数変調)



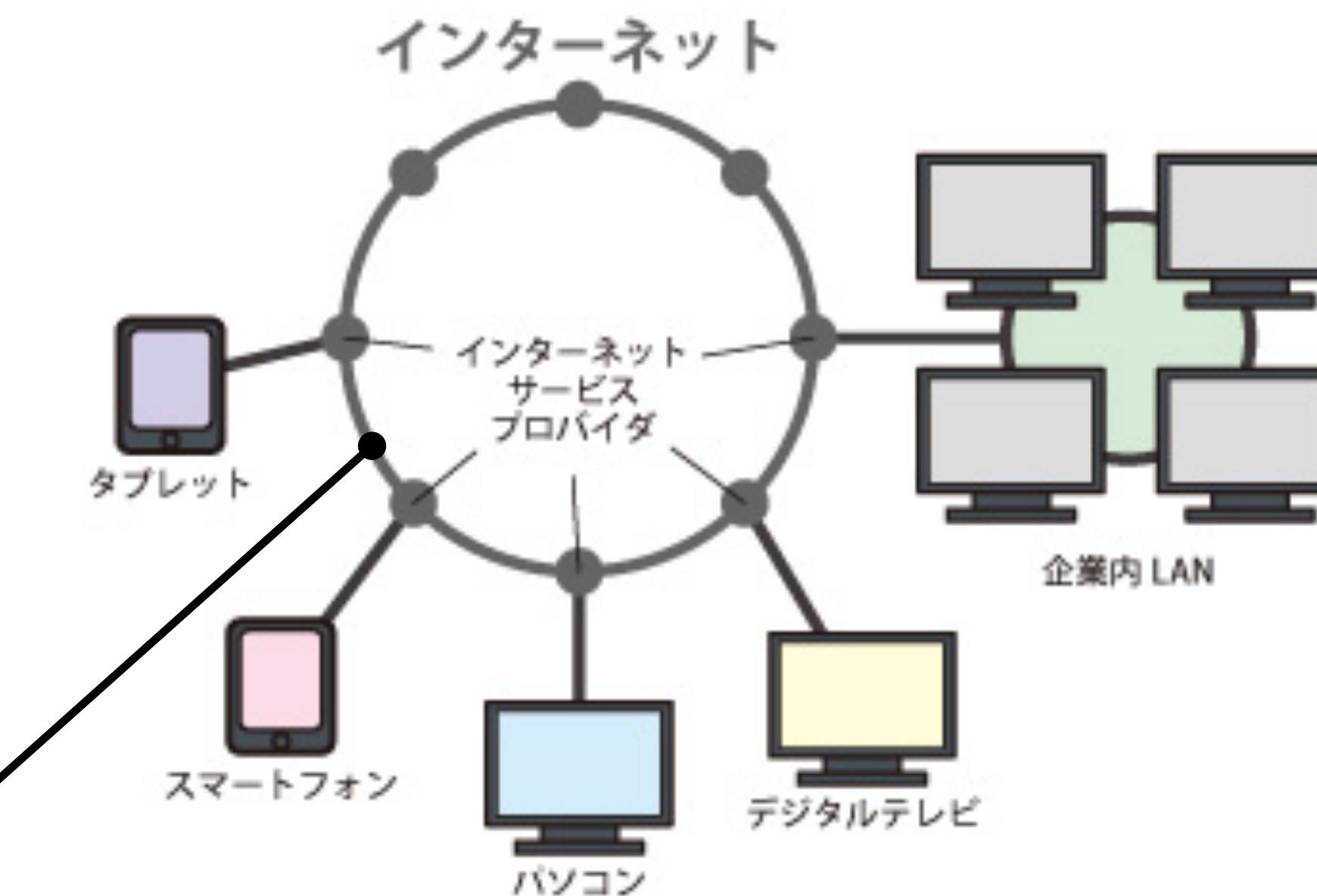
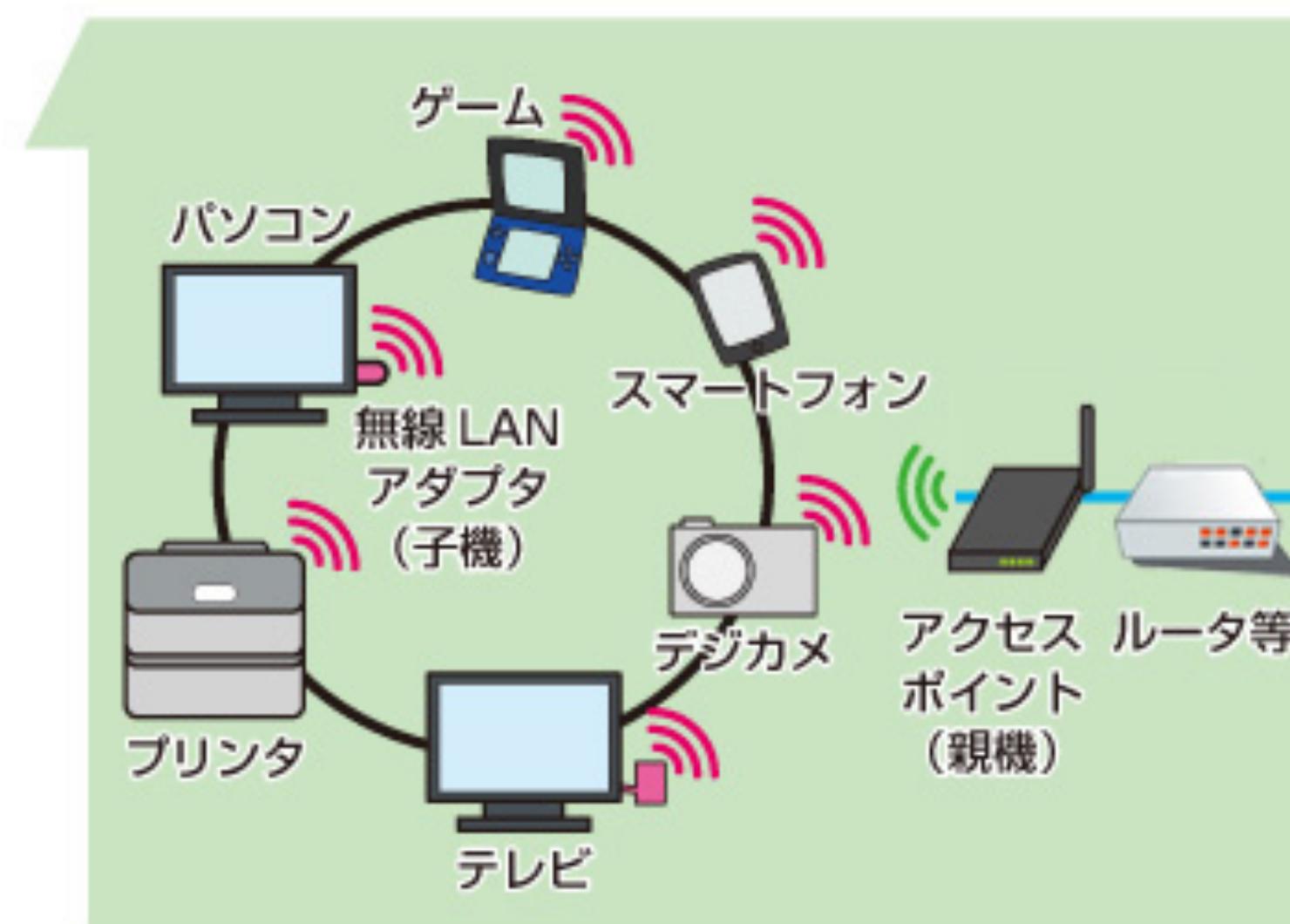
電磁波の利用

種類	周波数帯域	利用
VLF -超長波	3~30 KHz [波長 100~10Km]	電磁調理器 , オメガ航法システム
LF -長波	30~300 KHz [波長 10~1Km]	船舶や飛行機の航行システム・電波時計
MF -中波	300 KHz ~3 MHz [波長 1Km~100m]	AM放送
HF・SF -短波	3 MHz ~ 30 MHz [波長 100m~10m]	国際放送、短波放送
VHF -超短波 (メートル波)	30 MHz ~ 300 MHz [波長 10m~1m]	VHF地上波放送 FM放送
UHF -極超短波 (マイクロ波)	300 MHz~3 GHz [波長 1m~10cm]	UHF放送, 海事無線、電子レンジ
SHF -センチ波 (マイクロ波)	3 GHz ~ 30 GHz [波長 1cm~1cm]	宇宙の衛星との交信, BS放送やCS放送 電波天文宇宙観測
EHF -ミリ波 (マイクロ波)	30 GHz~300 GHz [波長 1cm~1mm]	衛星間の通信 携帯電話



Wi-Fi (ワイファイ) = 無線LAN

「Wireless Fidelity」の略で、
「Wireless」 = 無線、 「Fidelity」 = 忠実



IPアドレスの例： 198.51.123.1

IPv6アドレスの例：

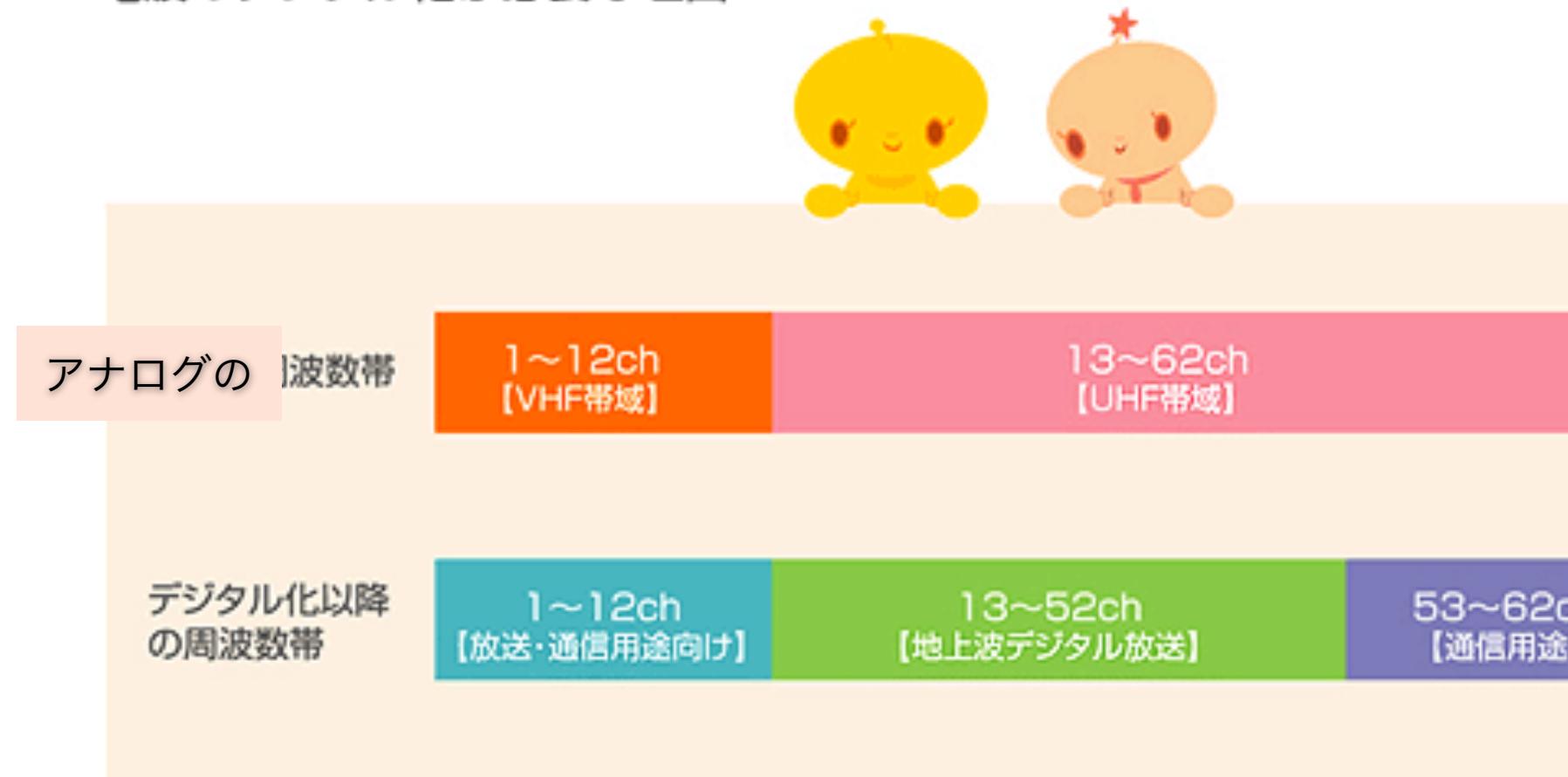
2001:db8:bb5c:8008:2013:a219:2210:8103

IoT = Internet of Things

2011年7月24日

地上アナログテレビ放送が停波

電波のデジタル化が必要な理由

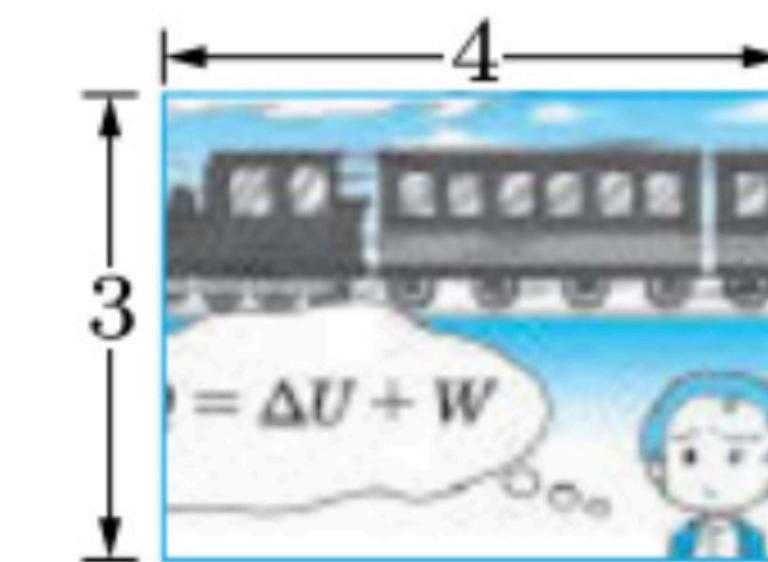
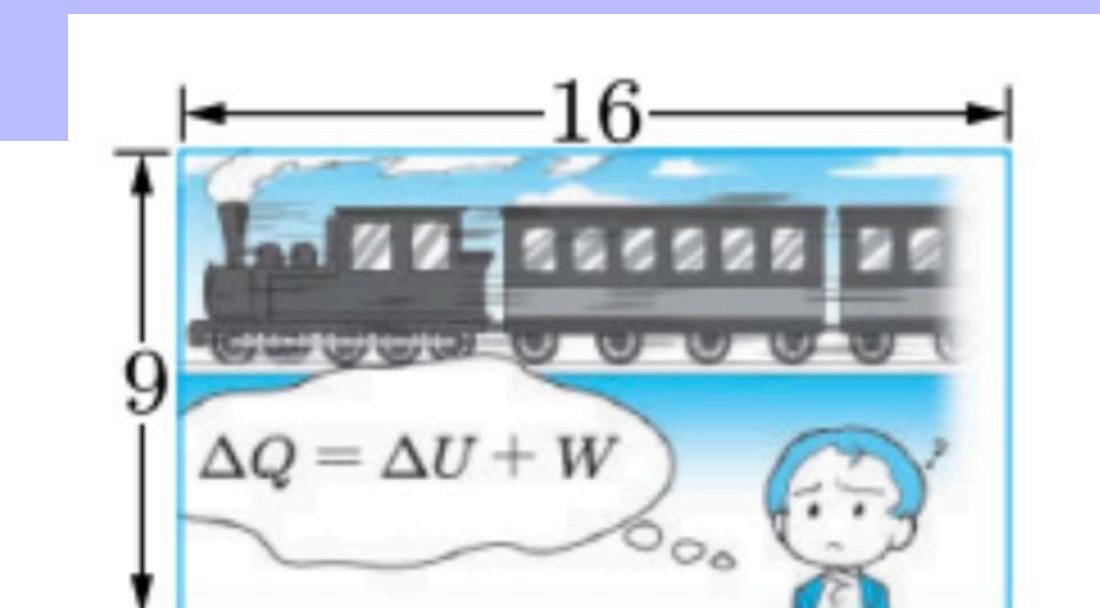
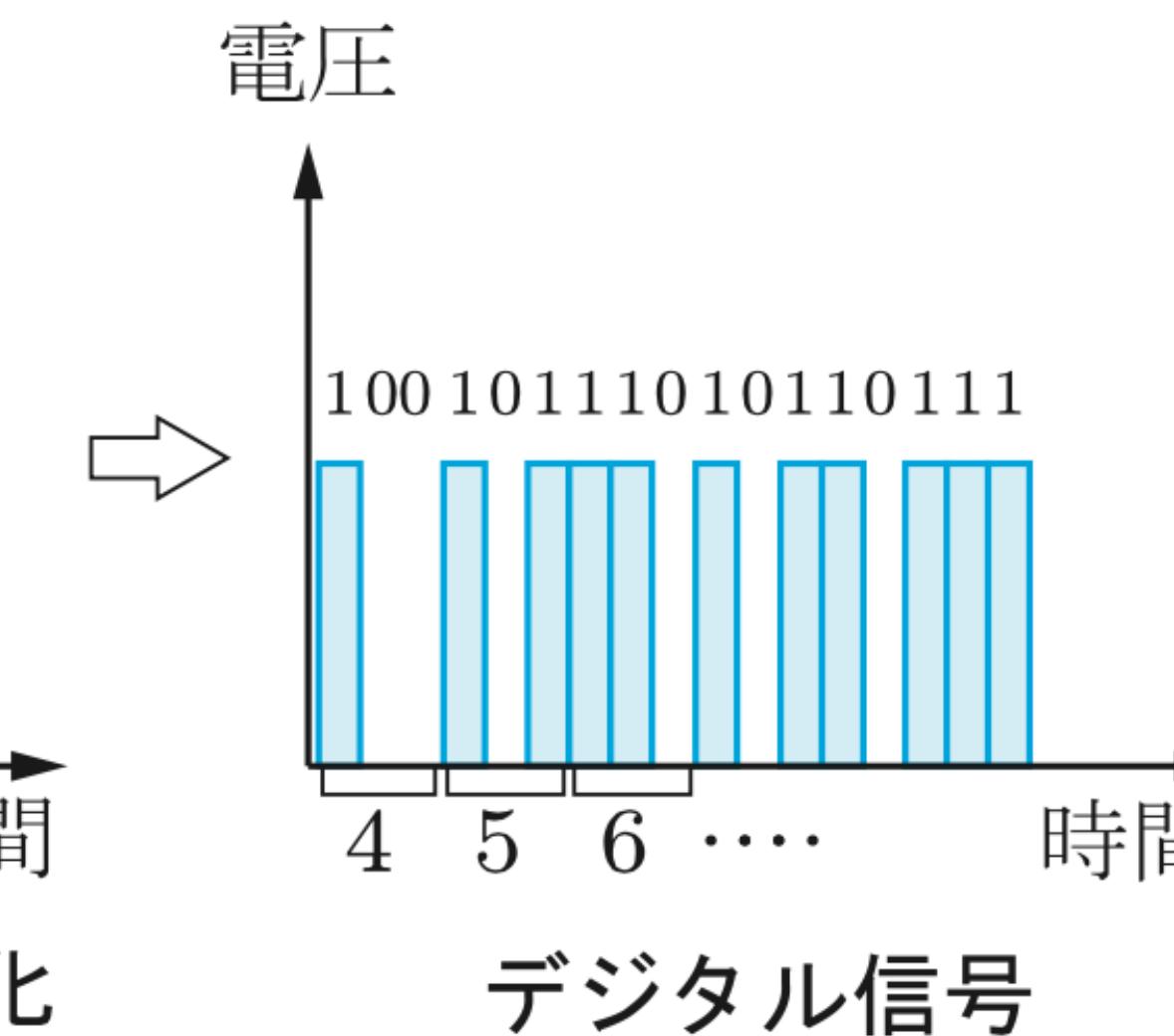
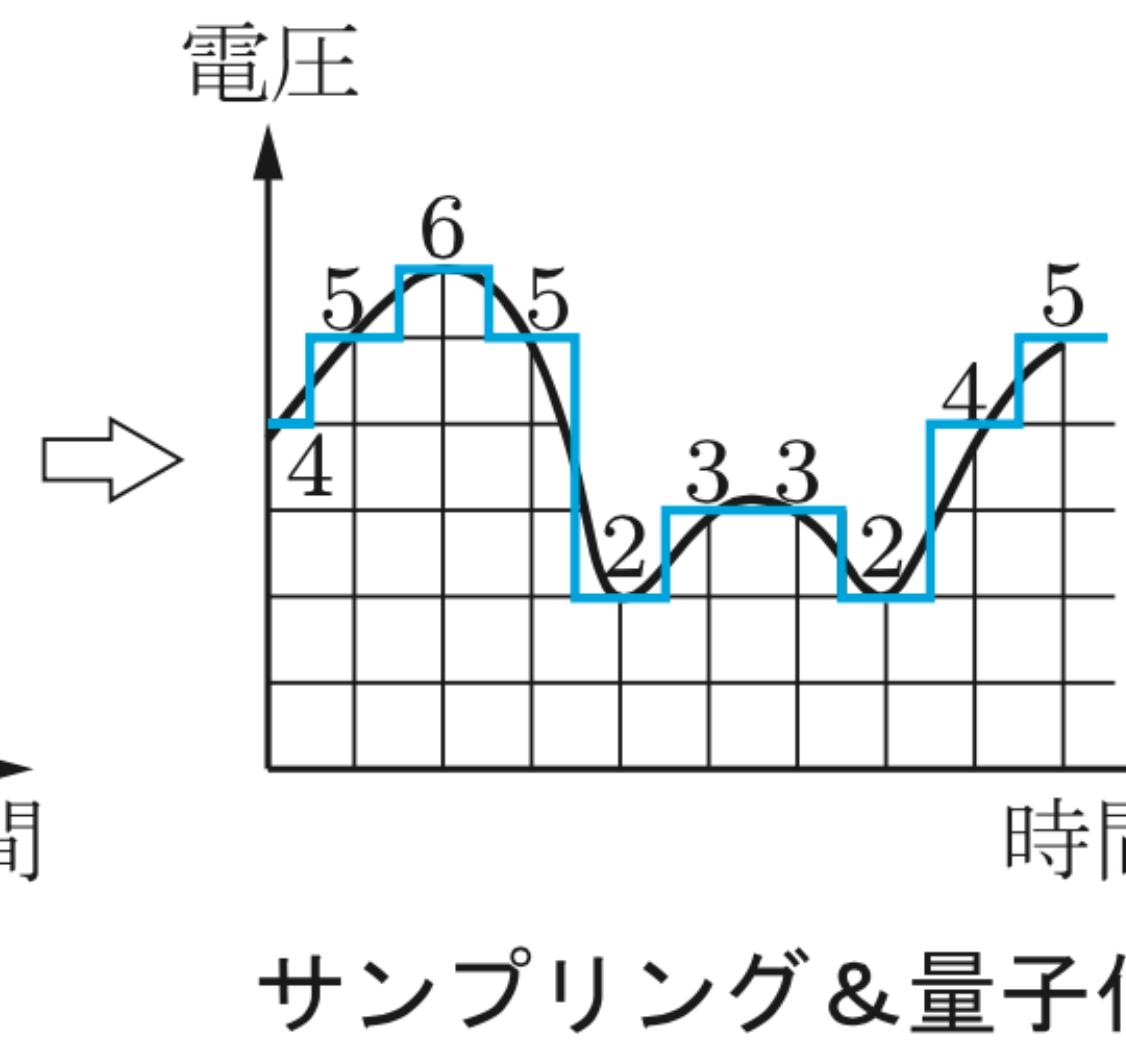
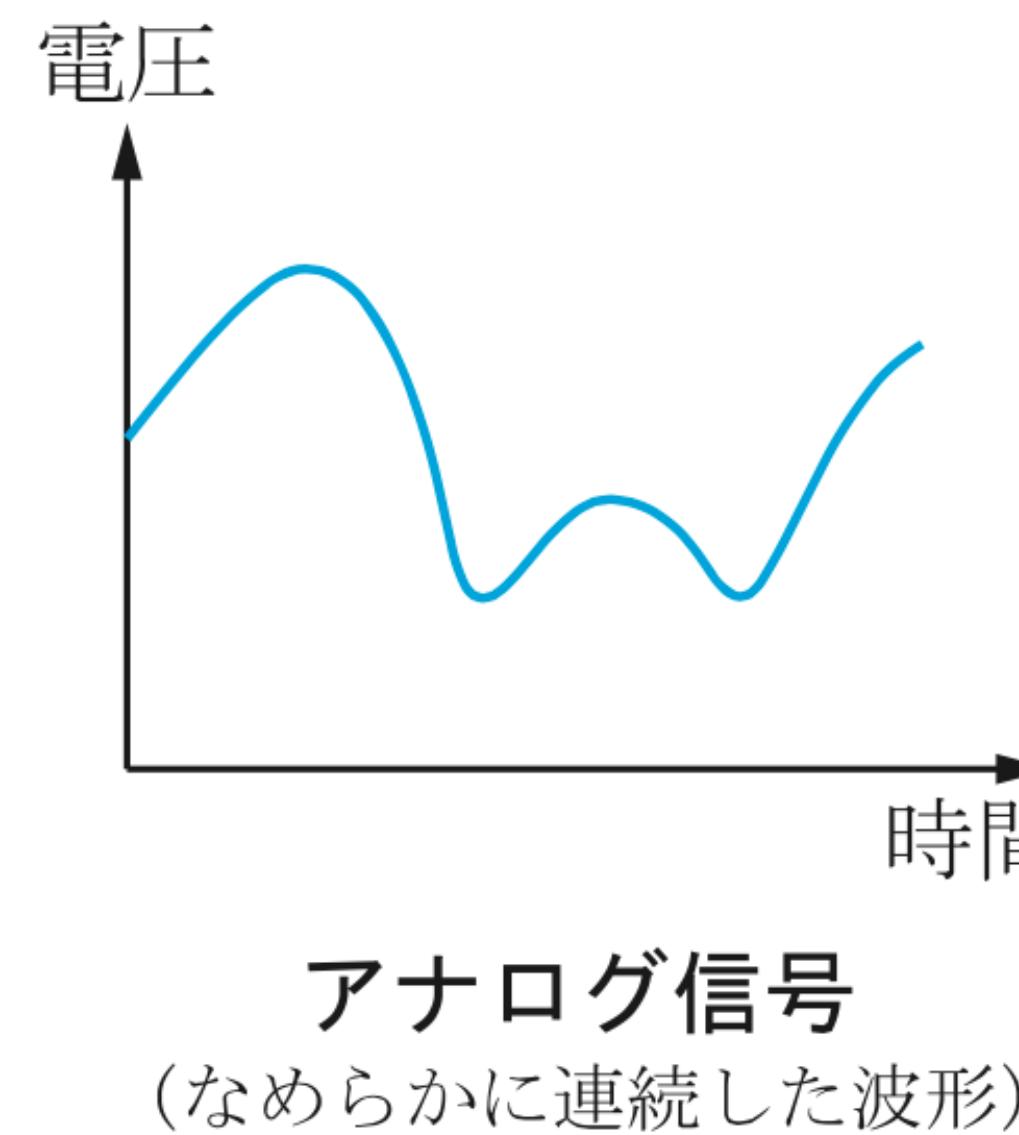


*従来は62チャンネル分の帯域をテレビの本放映用に使用してきたが、通信用の電波帯域が不足してきたため、テレビ用の帯域を高効率化させ、空いた帯域を通信用に割り当てる



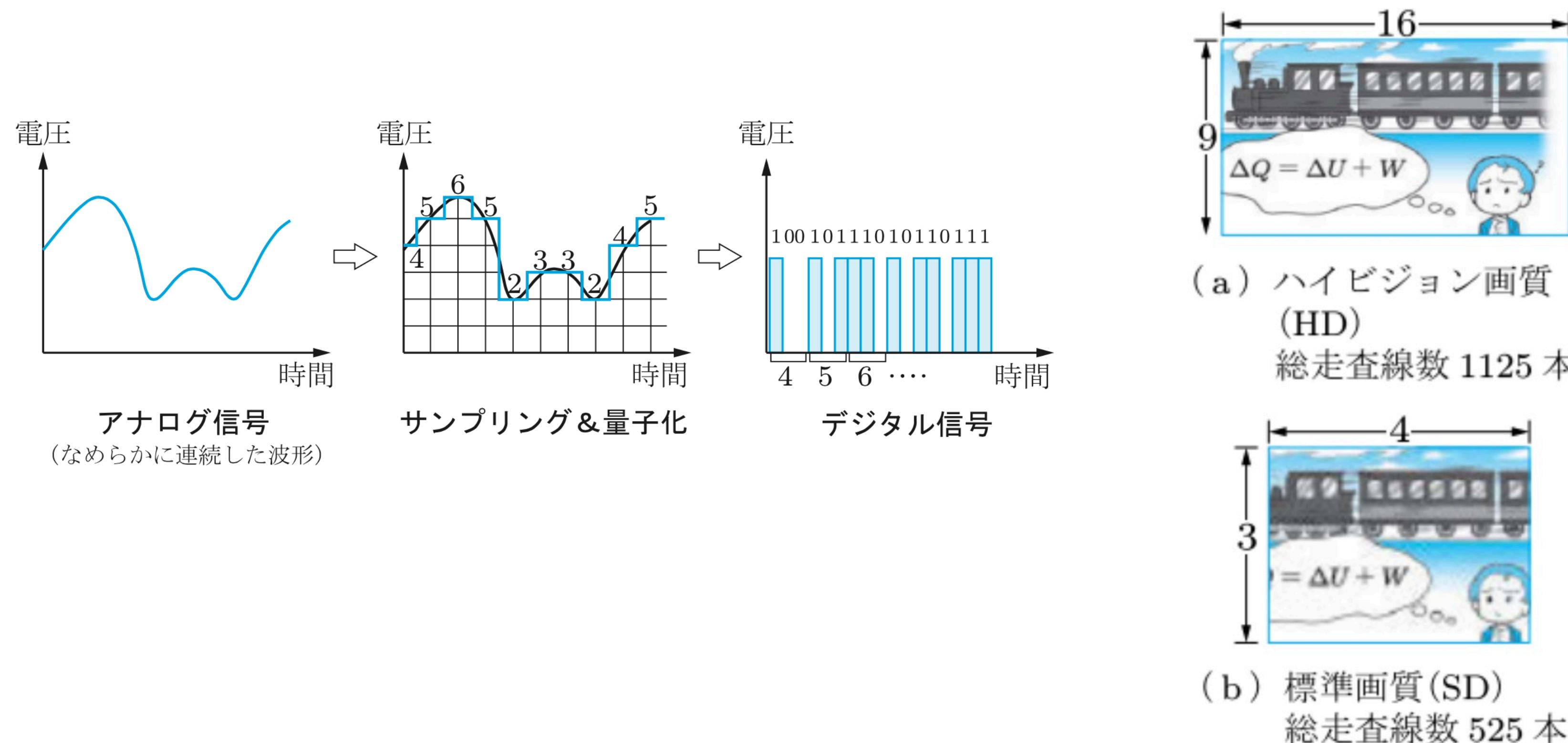
©NTV

周波数の帯域を効率よく使い、通信用に割り当てるため。
デジタル化でテレビ画面の高精度、双方向へ
4:3 (走査線525本) から 16:9 (走査線1125本) へ



周波数の帯域を効率よく使い、通信用に割り当てるため。
デジタル化でテレビ画面の高精度、双方向へ
4:3 (走査線525本) から 16:9 (走査線1125本) へ

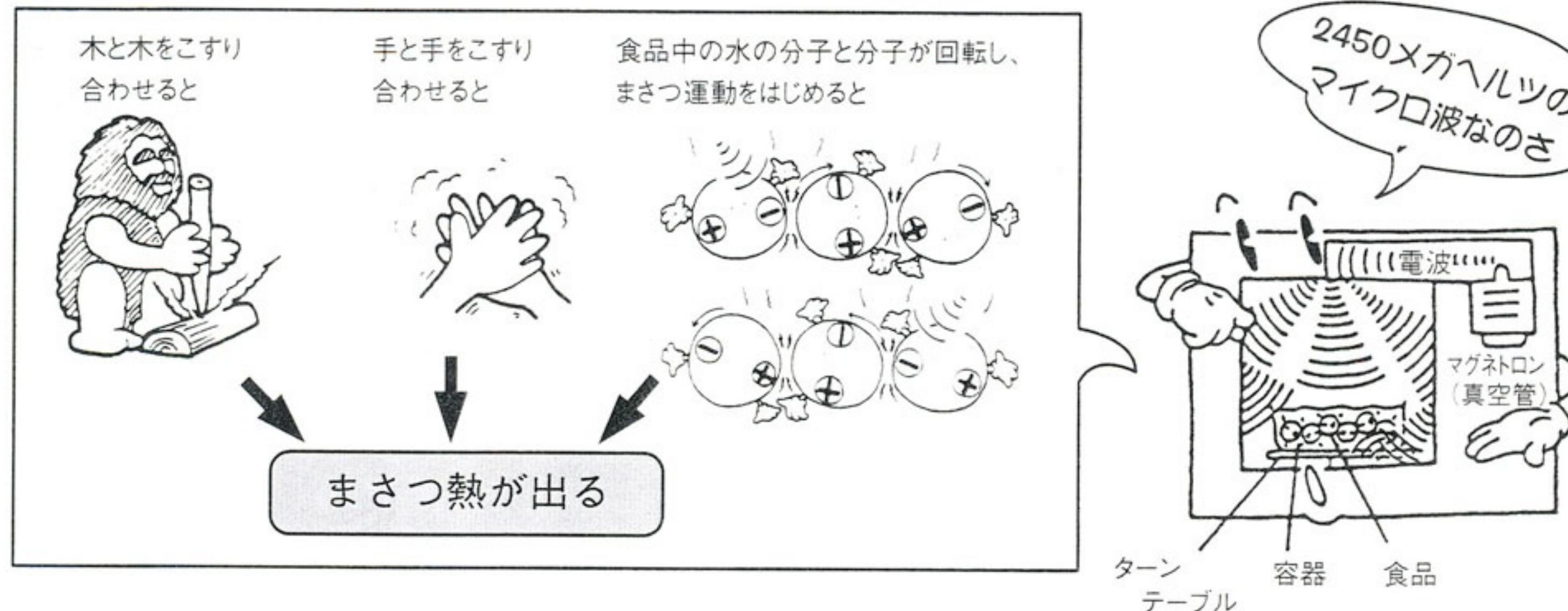
【身边な技術】 地上デジタルテレビ放送がスタート



周波数の帯域を効率よく使い、通信用に割り当てるため。
デジタル化でテレビ画面の高精度、双方向へ
4:3 (走査線525本) から 16:9 (走査線1125本) へ

電子レンジ のしくみ

2450MHz の電磁波を照射し、共振によって水分子の振動を激しくすることで加熱する。



電子レンジを使用している時にワイヤレスイヤホンがぶつぶつと切れ
るのでですがどのように電波が影響しているのでしょうか？

2450MHz の弱い電磁波が、周囲に発信される。
ラジオの電波・wifiの電波に干渉する。
(そのため、最近の家庭用のwifi中継機には、
2.5GHzと5GHzの2つのモードがある。)

2450MHz の電磁波を照射し, 共振によって水分子の振動を激しくすることで加熱する。

したがって,

- ・水分を含んでいるものだけ加熱される。
 - ・ガラスや空の皿を入れても加熱されない。
 - ・金属を含む皿などを入れてはいけない。
 - ・卵をいれると爆発する。
-
- ・扉に金網が貼ってあるのは, 静電遮蔽によって電磁波の漏れを防ぐためである。



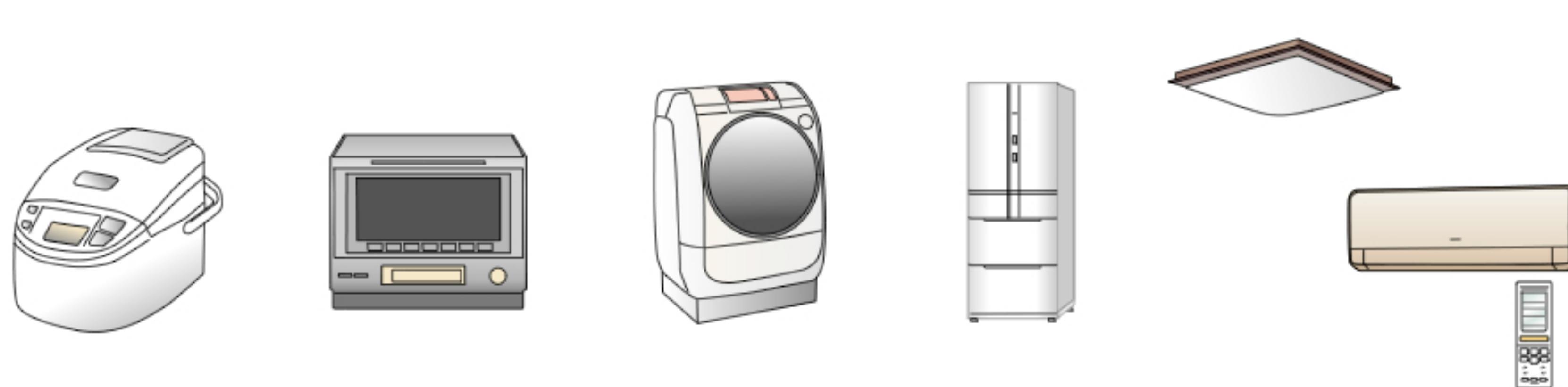
中の皿が回転する商品が大ヒットしたので, 電子レンジの中は回転するもの, というイメージが強いが, 電磁波の発信源が上下左右にあれば, 回転させるメリットはない。

インバータ式〇〇

Inverter 逆変換回路（直流→交流）

交流モーターを動かすとき、モーターの回転速度は交流電源の周波数によって変わる。インバータと制御装置を組み合わせてモータをコントロールすることによって、モータの回転数を変え、エアコンや冷蔵庫による温度を無駄なく一定に保とうとする製品が「インバータ家電」。

蛍光灯でも、周波数を高めて明るさをアップし、チラツキも抑制する性能があるとして、「インバータ式蛍光灯」がある。



体組成計

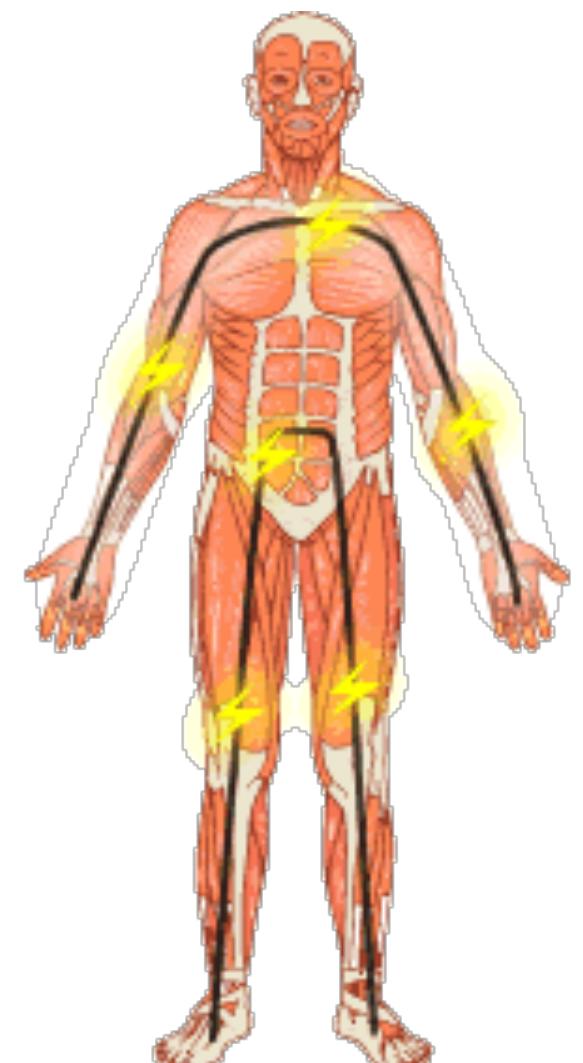
体重だけでなく体脂肪/筋肉/骨などの量を測定する器具。



「乗るだけ」タイプと、部位ごとに詳しく測れる「グリップ」タイプがあるが、どちらも体内に微弱な電流を流し、その反応を膨大なサンプルデータから推測して表示する。直接体脂肪などを計測しているわけではない。

朝起きてすぐと、1日活動した後の夕方以降とでは、体内の水分分布が大きく異なり、測定結果も変わる。

ちなみに、体組成を計測するタイミングとしては、1日活動して帰宅し、食事を取る前、かつ、お風呂に入る前が最も適しているという。



筋肉と体脂肪の電気抵抗の違いにより
体脂肪率を測定することができます

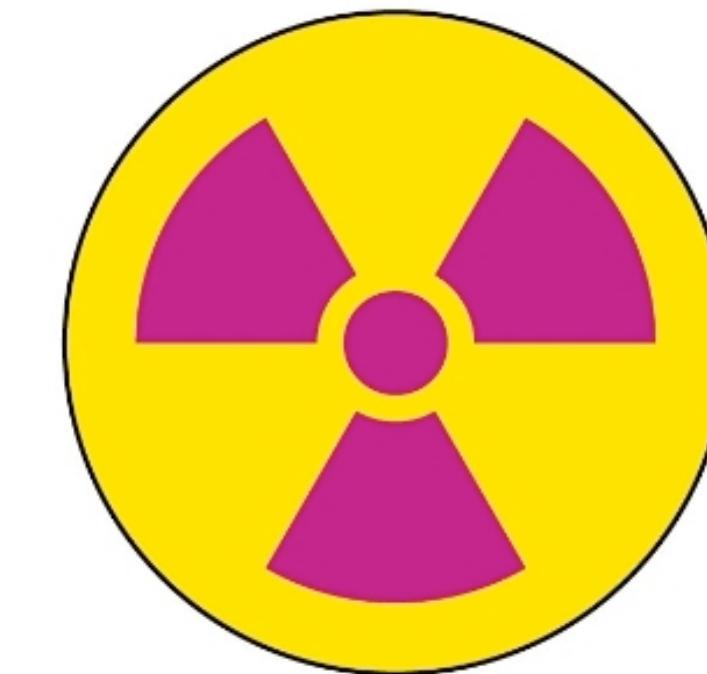
生物模倣学が変える家電



図 71: (左) アホウドリとイヌワシの翼形状を採用したエアコン室外機の送風ファン.
(中左) トンボの羽のように凹凸を増やした空気清浄機のファン.
(中右) イルカの表皮しわとイルカの尾ビレの形状を模倣した洗濯機のパルセーター.
(右) 猫の舌を再現した凹凸が設けられているサイクロン掃除機の圧縮ブレード. [10]

原子力=「人類の夢の産物」

と言わされた時代もあった。



1895年 レントゲン 放射線発見

1945年 原子爆弾開発

1952年 水素爆弾開発

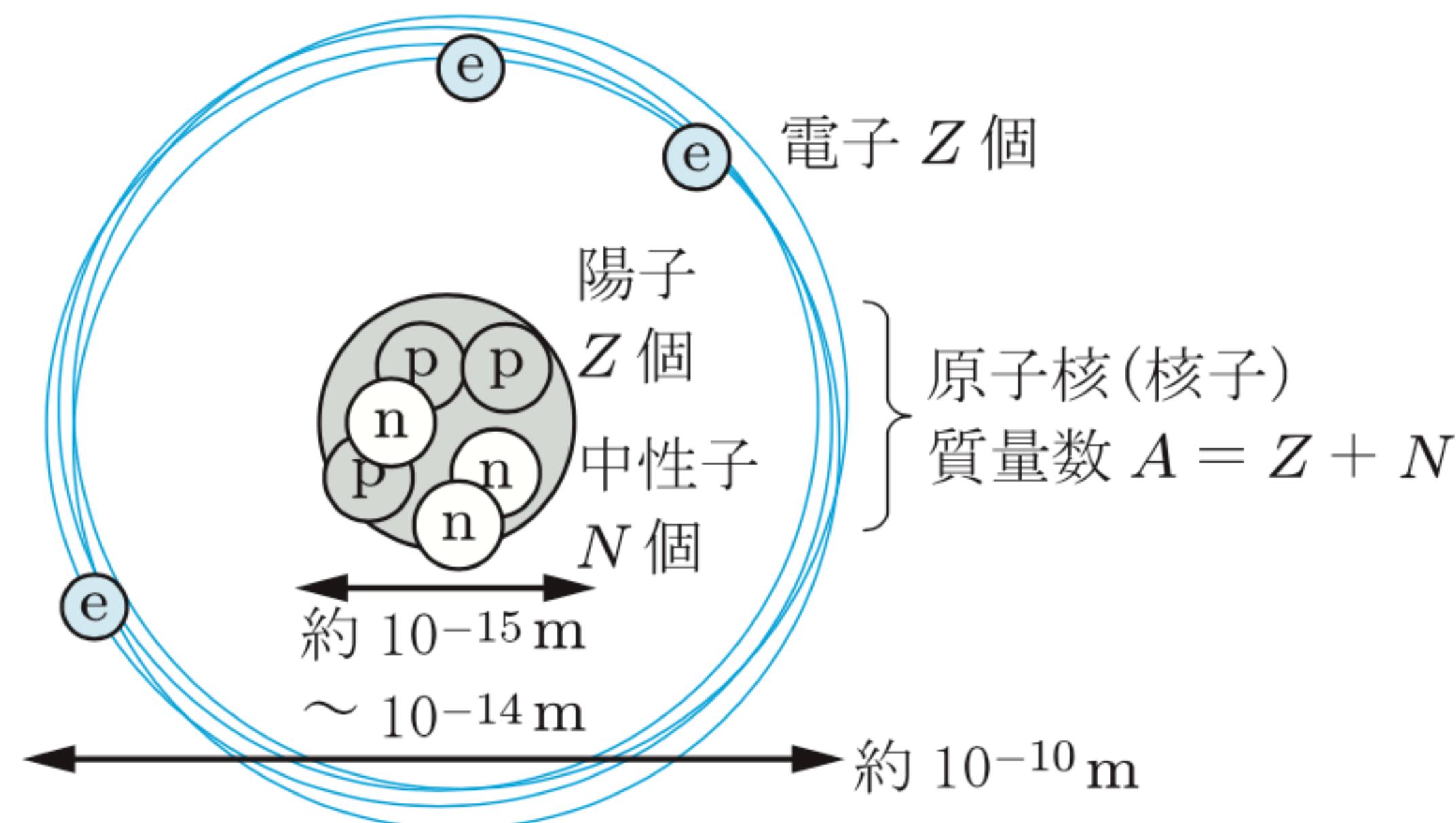
1954年 原子力発電開始 (ソビエト)



2011年 東日本大震災 福島原発事故

1896年1月23日にレント
ゲンが撮影した妻の手のX
線写真。

原子核の構造



質量数 A
(核子の数)
↓
 $^{12}_6 \text{C}$
↑
原子番号 Z
(陽子の数)

表 7.1 電子, 陽子, 中性子のデータ

記号	電気量		質量 [kg]	質量 [u]	質量比
	e	electron	$-e$		
電子	e	electron	$-e$	$9.10938188 \times 10^{-31}$ kg	$1/1823$ u
陽子	p	proton	$+e$	$1.67262158 \times 10^{-27}$ kg	1.00728 u
中性子	n	neutron	0	$1.67492735 \times 10^{-27}$ kg	1.00866 u

定義 元素記号

元素記号 X は、左上側に質量数 (=陽子数+中性子数)、左下側に原子番号 (=陽子数) を記入して、次のように表す。

$$^{A}_{Z}X = \text{質量数}_{\text{原子番号}} \text{元素記号} \quad (7.1)$$

水素は $^{1}_{1}\text{H}$ 、ヘリウムは $^{4}_{2}\text{He}$ 、中性子は $^{0}_{0}\text{n}$ となる。水素の原子核は陽子そのものである。ヘリウムの原子核は α 粒子とも呼ばれる。

周期表 (periodic table)

教科書 vi—vii

Period	1	18																		
	IA	VIII A																		
1	<table border="1"> <tr> <td>1 H 水素 hydrogen 1.008</td><td>2 II A</td><td>↑ 非金属元素 ↓ 金属元素</td></tr> </table>	1 H 水素 hydrogen 1.008	2 II A	↑ 非金属元素 ↓ 金属元素	<table border="1"> <tr> <td>29 Cu 銅 copper 63.55</td><td>← 通常できるイオンの価数 ← 元素記号が灰色のものは人工合成された元素 ← 原子量</td></tr> </table>	29 Cu 銅 copper 63.55	← 通常できるイオンの価数 ← 元素記号が灰色のものは人工合成された元素 ← 原子量													
1 H 水素 hydrogen 1.008	2 II A	↑ 非金属元素 ↓ 金属元素																		
29 Cu 銅 copper 63.55	← 通常できるイオンの価数 ← 元素記号が灰色のものは人工合成された元素 ← 原子量																			
2	<table border="1"> <tr> <td>3 Li リチウム lithium 6.941</td><td>4 Be ベリリウム beryllium 9.012</td><td>↑ 常温で気体 ↓ 常温で液体</td></tr> </table>	3 Li リチウム lithium 6.941	4 Be ベリリウム beryllium 9.012	↑ 常温で気体 ↓ 常温で液体	<table border="1"> <tr> <td>5 B ホウ素 boron 10.81</td><td>6 C 炭素 carbon 12.01</td><td>7 N 窒素 nitrogen 14.01</td><td>8 O 酸素 oxygen 16.00</td><td>9 F フッ素 fluorine 19.00</td><td>10 Ne ネオン neon 20.18</td></tr> </table>	5 B ホウ素 boron 10.81	6 C 炭素 carbon 12.01	7 N 窒素 nitrogen 14.01	8 O 酸素 oxygen 16.00	9 F フッ素 fluorine 19.00	10 Ne ネオン neon 20.18									
3 Li リチウム lithium 6.941	4 Be ベリリウム beryllium 9.012	↑ 常温で気体 ↓ 常温で液体																		
5 B ホウ素 boron 10.81	6 C 炭素 carbon 12.01	7 N 窒素 nitrogen 14.01	8 O 酸素 oxygen 16.00	9 F フッ素 fluorine 19.00	10 Ne ネオン neon 20.18															
3	<table border="1"> <tr> <td>11 Na ナトリウム sodium 22.99</td><td>12 Mg マグネシウム magnesium 24.31</td><td>3 III B 4 IV B 5 V B 6 VI B 7 VII B 8 VIII B 9 VIII B 10 VIII B 11 I B 12 II B</td><td>↑ 非金属元素 ↓ 金属元素</td></tr> </table>	11 Na ナトリウム sodium 22.99	12 Mg マグネシウム magnesium 24.31	3 III B 4 IV B 5 V B 6 VI B 7 VII B 8 VIII B 9 VIII B 10 VIII B 11 I B 12 II B	↑ 非金属元素 ↓ 金属元素	<table border="1"> <tr> <td>13 Al アルミニウム aluminum 26.98</td><td>14 Si ケイ素 silicon 28.09</td><td>15 P リン phosphorus 30.97</td><td>16 S 硫黄 sulfur 32.07</td><td>17 Cl 塩素 chlorine 35.45</td><td>18 Ar アルゴン argon 39.95</td></tr> </table>	13 Al アルミニウム aluminum 26.98	14 Si ケイ素 silicon 28.09	15 P リン phosphorus 30.97	16 S 硫黄 sulfur 32.07	17 Cl 塩素 chlorine 35.45	18 Ar アルゴン argon 39.95								
11 Na ナトリウム sodium 22.99	12 Mg マグネシウム magnesium 24.31	3 III B 4 IV B 5 V B 6 VI B 7 VII B 8 VIII B 9 VIII B 10 VIII B 11 I B 12 II B	↑ 非金属元素 ↓ 金属元素																	
13 Al アルミニウム aluminum 26.98	14 Si ケイ素 silicon 28.09	15 P リン phosphorus 30.97	16 S 硫黄 sulfur 32.07	17 Cl 塩素 chlorine 35.45	18 Ar アルゴン argon 39.95															
4	<table border="1"> <tr> <td>19 K カリウム potassium 39.10</td><td>20 Ca カルシウム calcium 40.08</td><td>21 Sc スカンジウム scandium 44.96</td><td>22 Ti チタン titanium 47.87</td><td>23 V バナジウム vanadium 50.94</td><td>24 Cr クロム chromium 52.00</td><td>25 Mn マンガン manganese 54.94</td><td>26 Fe 鉄 iron 55.85</td><td>27 Co コバルト cobalt 58.93</td><td>28 Ni ニッケル nickel 58.69</td><td>29 Cu 銅 copper 63.55</td><td>30 Zn 亜鉛 zinc 65.41</td></tr> </table>	19 K カリウム potassium 39.10	20 Ca カルシウム calcium 40.08	21 Sc スカンジウム scandium 44.96	22 Ti チタン titanium 47.87	23 V バナジウム vanadium 50.94	24 Cr クロム chromium 52.00	25 Mn マンガン manganese 54.94	26 Fe 鉄 iron 55.85	27 Co コバルト cobalt 58.93	28 Ni ニッケル nickel 58.69	29 Cu 銅 copper 63.55	30 Zn 亜鉛 zinc 65.41	<table border="1"> <tr> <td>31 Ga ガリウム gallium 69.72</td><td>32 Ge ゲルマニウム germanium 72.64</td><td>33 As ヒ素 arsenic 74.92</td><td>34 Se セレン selenium 78.96</td><td>35 Br オゾン bromine 79.90</td><td>36 Kr クリプトン krypton 83.80</td></tr> </table>	31 Ga ガリウム gallium 69.72	32 Ge ゲルマニウム germanium 72.64	33 As ヒ素 arsenic 74.92	34 Se セレン selenium 78.96	35 Br オゾン bromine 79.90	36 Kr クリプトン krypton 83.80
19 K カリウム potassium 39.10	20 Ca カルシウム calcium 40.08	21 Sc スカンジウム scandium 44.96	22 Ti チタン titanium 47.87	23 V バナジウム vanadium 50.94	24 Cr クロム chromium 52.00	25 Mn マンガン manganese 54.94	26 Fe 鉄 iron 55.85	27 Co コバルト cobalt 58.93	28 Ni ニッケル nickel 58.69	29 Cu 銅 copper 63.55	30 Zn 亜鉛 zinc 65.41									
31 Ga ガリウム gallium 69.72	32 Ge ゲルマニウム germanium 72.64	33 As ヒ素 arsenic 74.92	34 Se セレン selenium 78.96	35 Br オゾン bromine 79.90	36 Kr クリプトン krypton 83.80															
5	<table border="1"> <tr> <td>37 Rb ルビジウム rubidium 85.47</td><td>38 Sr ストロンチウム strontium 87.62</td><td>39 Y イットリウム yttrium 88.91</td><td>40 Zr ジルコニウム zirconium 91.22</td><td>41 Nb ニオブ niobium 92.91</td><td>42 Mo モリブデン molybdenum 95.94</td><td>43 Tc テクネチウム technetium 98</td><td>44 Ru ルテニウム ruthenium 101.1</td><td>45 Rh ロジウム rhodium 102.9</td><td>46 Pd パラジウム palladium 106.4</td><td>47 Ag 銀 silver 107.9</td><td>48 Cd カドミウム cadmium 112.4</td></tr> </table>	37 Rb ルビジウム rubidium 85.47	38 Sr ストロンチウム strontium 87.62	39 Y イットリウム yttrium 88.91	40 Zr ジルコニウム zirconium 91.22	41 Nb ニオブ niobium 92.91	42 Mo モリブデン molybdenum 95.94	43 Tc テクネチウム technetium 98	44 Ru ルテニウム ruthenium 101.1	45 Rh ロジウム rhodium 102.9	46 Pd パラジウム palladium 106.4	47 Ag 銀 silver 107.9	48 Cd カドミウム cadmium 112.4	<table border="1"> <tr> <td>49 In インジウム indium 114.8</td><td>50 Sn スズ tin 118.7</td><td>51 Sb アンチモン antimony 121.8</td><td>52 Te テルル tellurium 127.6</td><td>53 I ヨウ素 iodine 126.9</td><td>54 Xe キセノン xenon 131.3</td></tr> </table>	49 In インジウム indium 114.8	50 Sn スズ tin 118.7	51 Sb アンチモン antimony 121.8	52 Te テルル tellurium 127.6	53 I ヨウ素 iodine 126.9	54 Xe キセノン xenon 131.3
37 Rb ルビジウム rubidium 85.47	38 Sr ストロンチウム strontium 87.62	39 Y イットリウム yttrium 88.91	40 Zr ジルコニウム zirconium 91.22	41 Nb ニオブ niobium 92.91	42 Mo モリブデン molybdenum 95.94	43 Tc テクネチウム technetium 98	44 Ru ルテニウム ruthenium 101.1	45 Rh ロジウム rhodium 102.9	46 Pd パラジウム palladium 106.4	47 Ag 銀 silver 107.9	48 Cd カドミウム cadmium 112.4									
49 In インジウム indium 114.8	50 Sn スズ tin 118.7	51 Sb アンチモン antimony 121.8	52 Te テルル tellurium 127.6	53 I ヨウ素 iodine 126.9	54 Xe キセノン xenon 131.3															
6	<table border="1"> <tr> <td>55 Cs セシウム cesium 132.9</td><td>56 Ba バリウム barium 137.3</td><td>57–71 ランタノイド lanthanides lanthanides 138.9</td><td>72 Hf ハフニウム hafnium 178.5</td><td>73 Ta タンタル tantalum 180.9</td><td>74 W タンゲステン tungsten 183.8</td><td>75 Re レニウム rhodium 186.2</td><td>76 Os オスミウム osmium 190.2</td><td>77 Ir イリジウム iridium 192.2</td><td>78 Pt 白金 platinum 195.1</td><td>79 Au 金 gold 197.0</td><td>80 Hg 水銀 mercury 200.6</td></tr> </table>	55 Cs セシウム cesium 132.9	56 Ba バリウム barium 137.3	57–71 ランタノイド lanthanides lanthanides 138.9	72 Hf ハフニウム hafnium 178.5	73 Ta タンタル tantalum 180.9	74 W タンゲステン tungsten 183.8	75 Re レニウム rhodium 186.2	76 Os オスミウム osmium 190.2	77 Ir イリジウム iridium 192.2	78 Pt 白金 platinum 195.1	79 Au 金 gold 197.0	80 Hg 水銀 mercury 200.6	<table border="1"> <tr> <td>81 Tl タリウム thallium 204.4</td><td>82 Pb 鉛 lead 207.2</td><td>83 Bi ビスマス bismuth 209.0</td><td>84 Po ポロニウム polonium 209</td><td>85 At アスタチン astatine 210</td><td>86 Rn ラドン radon 222</td></tr> </table>	81 Tl タリウム thallium 204.4	82 Pb 鉛 lead 207.2	83 Bi ビスマス bismuth 209.0	84 Po ポロニウム polonium 209	85 At アスタチン astatine 210	86 Rn ラドン radon 222
55 Cs セシウム cesium 132.9	56 Ba バリウム barium 137.3	57–71 ランタノイド lanthanides lanthanides 138.9	72 Hf ハフニウム hafnium 178.5	73 Ta タンタル tantalum 180.9	74 W タンゲステン tungsten 183.8	75 Re レニウム rhodium 186.2	76 Os オスミウム osmium 190.2	77 Ir イリジウム iridium 192.2	78 Pt 白金 platinum 195.1	79 Au 金 gold 197.0	80 Hg 水銀 mercury 200.6									
81 Tl タリウム thallium 204.4	82 Pb 鉛 lead 207.2	83 Bi ビスマス bismuth 209.0	84 Po ポロニウム polonium 209	85 At アスタチン astatine 210	86 Rn ラドン radon 222															
7	<table border="1"> <tr> <td>87 Fr フランシウム francium 223</td><td>88 Ra ラジウム radium 226</td><td>89–103 アクチノイド actinides actinides 261</td><td>104 Rf ラザホージウム rutherfordium 262</td><td>105 Db ドブニウム dubnium 262</td><td>106 Sg シーボーギウム seaborgium 266</td><td>107 Bh ボーリウム bohrium 264</td><td>108 Hs ハッシウム hassium 277</td><td>109 Mt マイトネリウム meitnerium 268</td><td>110 Ds ダームスタチウム darmstadtium 281</td><td>111 Rg レントゲニウム roentgenium 272</td><td>112 Cn コベルニシウム copernicium 285</td></tr> </table>	87 Fr フランシウム francium 223	88 Ra ラジウム radium 226	89–103 アクチノイド actinides actinides 261	104 Rf ラザホージウム rutherfordium 262	105 Db ドブニウム dubnium 262	106 Sg シーボーギウム seaborgium 266	107 Bh ボーリウム bohrium 264	108 Hs ハッシウム hassium 277	109 Mt マイトネリウム meitnerium 268	110 Ds ダームスタチウム darmstadtium 281	111 Rg レントゲニウム roentgenium 272	112 Cn コベルニシウム copernicium 285	<table border="1"> <tr> <td>113 Nh ニホニウム nihonium 284</td><td>114 Fl フレロビウム flerovium 289</td><td>115 Mc モスコビウム moscovium 288</td><td>116 Lv リバモリウム livermorium 292</td><td>117 Ts テネシン tennessine 293</td><td>118 Og オガネソン oganesson 294</td></tr> </table>	113 Nh ニホニウム nihonium 284	114 Fl フレロビウム flerovium 289	115 Mc モスコビウム moscovium 288	116 Lv リバモリウム livermorium 292	117 Ts テネシン tennessine 293	118 Og オガネソン oganesson 294
87 Fr フランシウム francium 223	88 Ra ラジウム radium 226	89–103 アクチノイド actinides actinides 261	104 Rf ラザホージウム rutherfordium 262	105 Db ドブニウム dubnium 262	106 Sg シーボーギウム seaborgium 266	107 Bh ボーリウム bohrium 264	108 Hs ハッシウム hassium 277	109 Mt マイトネリウム meitnerium 268	110 Ds ダームスタチウム darmstadtium 281	111 Rg レントゲニウム roentgenium 272	112 Cn コベルニシウム copernicium 285									
113 Nh ニホニウム nihonium 284	114 Fl フレロビウム flerovium 289	115 Mc モスコビウム moscovium 288	116 Lv リバモリウム livermorium 292	117 Ts テネシン tennessine 293	118 Og オガネソン oganesson 294															

57 La ランタン lanthanum 138.9	58 Ce セリウム cerium 140.1	59 Pr プラセオジム praseodymium 140.9	60 Nd ネオジム neodymium 144.2	61 Pm プロメチウム promethium 145	62 Sm サマリウム samarium 150.4	63 Eu ユウロピウム europium 152.0	64 Gd ガドリニウム gadolinium 157.3	65 Tb テルビウム terbium 158.9	66 Dy ジスプロシウム dysprosium 162.5	67 Ho ホルミウム holmium 164.9	68 Er エルビウム erbium 167.3	69 Tm ツリウム thulium 168.9	70 Yb イッテルビウム ytterbium 173.0	71 Lu ルテチウム lutetium 175.0
89 Ac アクチニウム actinium 227	90 Th トリウム thorium 232.0	91 Pa プロトアクチニウム protactinium 231.0	92 U ウラン uranium 238.0	93 Np ネプツニウム neptunium 237	94 Pu ブルトニウム plutonium 239	95 Am アメリシウム americium 243	96 Cm キュリウム curium 247	97 Bk バークリウム berkelium 247	98 Cf カリホルニウム californium 251	99 Es アインスタイニウム einsteinium 252	100 Fm フェルミウム fermium 257	101 Md メンデリビウム mendelevium 258	102 No ノーベリウム nobelium 259	103 Lr ローレンシウム lawrencium 262

93番以降は、すべて人工合成されたもの

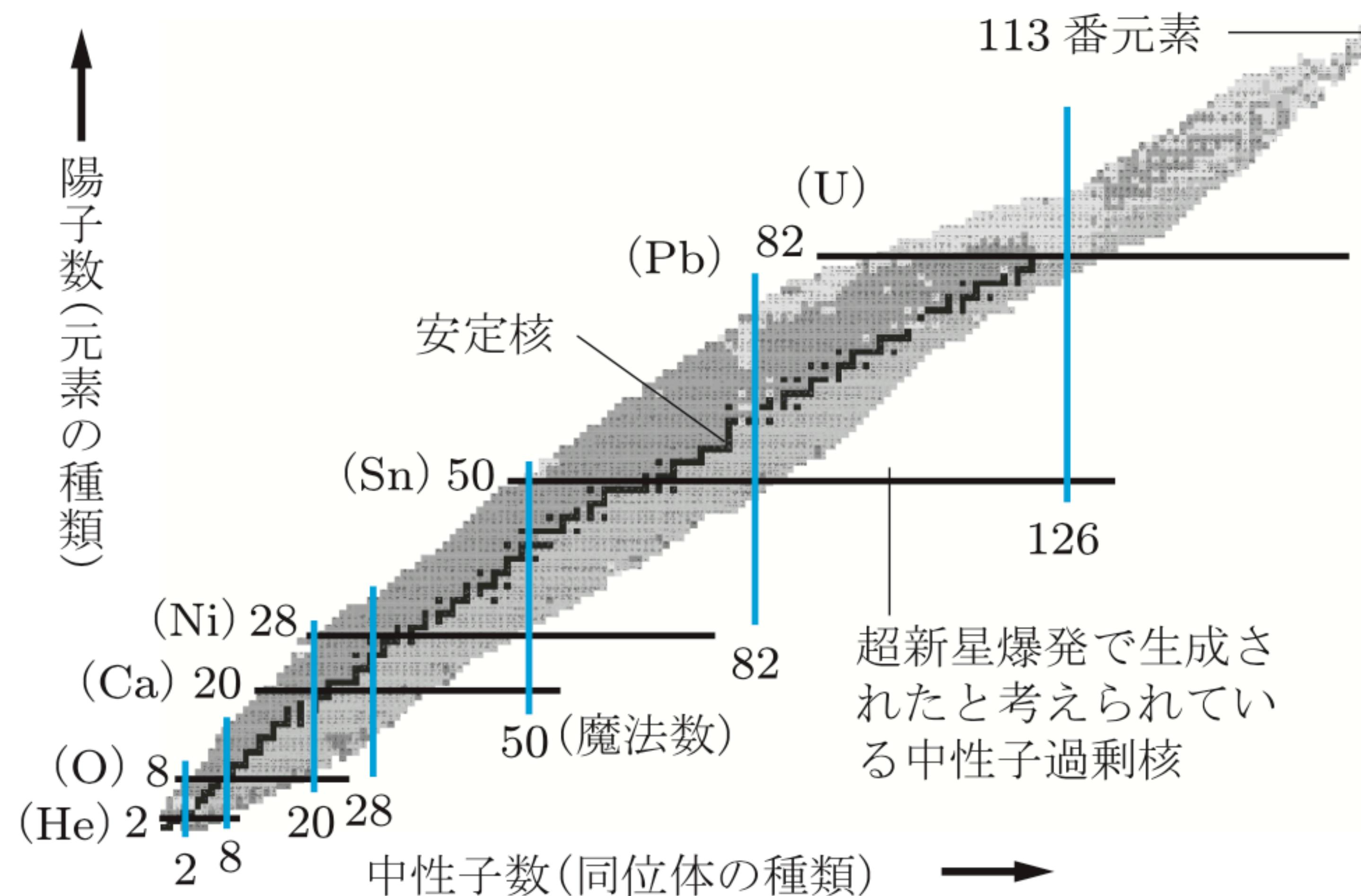
同位体 (isotope)

原子番号が同じでも、中性子数が違う原子が存在する。それらを**同位体**という。同位体には、安定なものと不安定で他のものに崩壊してゆくものがある。

表 7.2 同位体の例

名称		記号	陽子の数	中性子の数	質量 [u]	存在比	半減期
水素	水素 1 (軽水素)	${}_1^1\text{H}$	1	0	1.0078	0.999885	
	水素 2 (重水素)	${}_1^2\text{H}$, D		1	2.0141	0.000115	
	水素 3 (三重水素)	${}_1^3\text{H}$, T		2	3.0160	微量	12.32 年でヘリウム 3 に
炭素	炭素 12	${}_6^{12}\text{C}$	6	6	12	0.9893	
	炭素 13	${}_6^{13}\text{C}$		7	13.0034	0.0107	
	炭素 14	${}_6^{14}\text{C}$		8	14.0032	微量	5730 年で窒素 14 に
ウラン	ウラン 234	${}_{92}^{234}\text{U}$	92	142	234.0409	0.000054	25 万 5 千年でトリウム 230 へ
	ウラン 235	${}_{92}^{235}\text{U}$		143	235.0439	0.007204	7 億 380 万年でトリウム 231 へ
	ウラン 238	${}_{92}^{238}\text{U}$		146	238.0508	0.992742	44 億 6800 万年でトリウム 234 へ

核図表 (table of nuclides)



原子核の崩壊と放射線

放射線・放射能

自然界には、ウラン $^{238}_{92}\text{U}$ やラジウム $^{88}_{88}\text{Ra}$ のように、不安定な原子核があり、放置しておくと粒子や電磁波などの放射線を出して、別の原子核に変化する。この現象を放射性崩壊という。

定義 放射線・放射能

放射線は物質を透過する力をもった粒子の光線である。放射線は発見順に、 α 線（正体は He 原子核）、 β 線（電子）、 γ 線（波長の短い電磁波、光）、X 線（波長の短い不可視な電磁波）などとよばれ、それぞれ透過力や磁場中での進み方が異なる。

放射線を出す性質のことを放射能といい、この能力をもった物質のことを放射性物質という。放射能をもつ同位体を放射性同位体という。

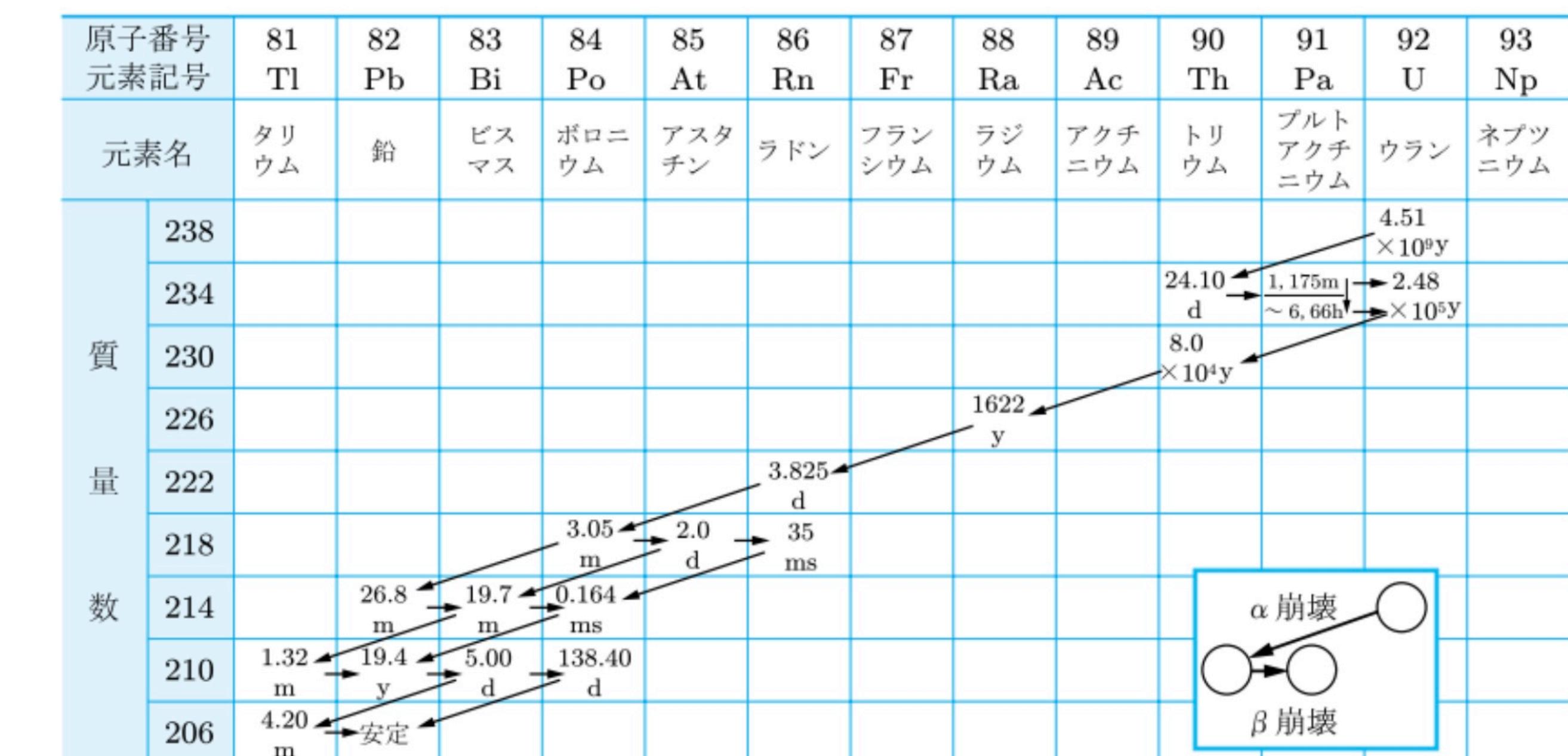
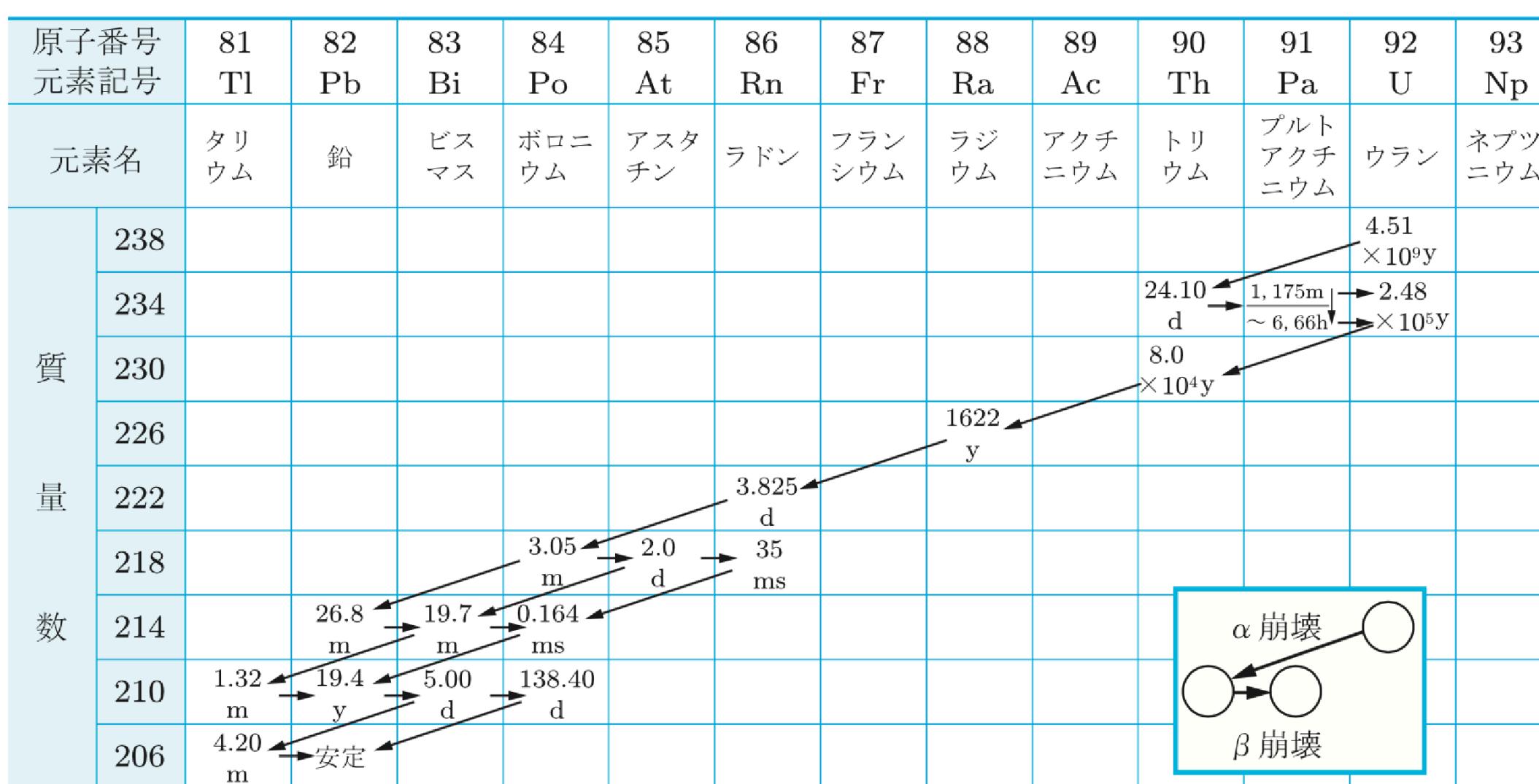
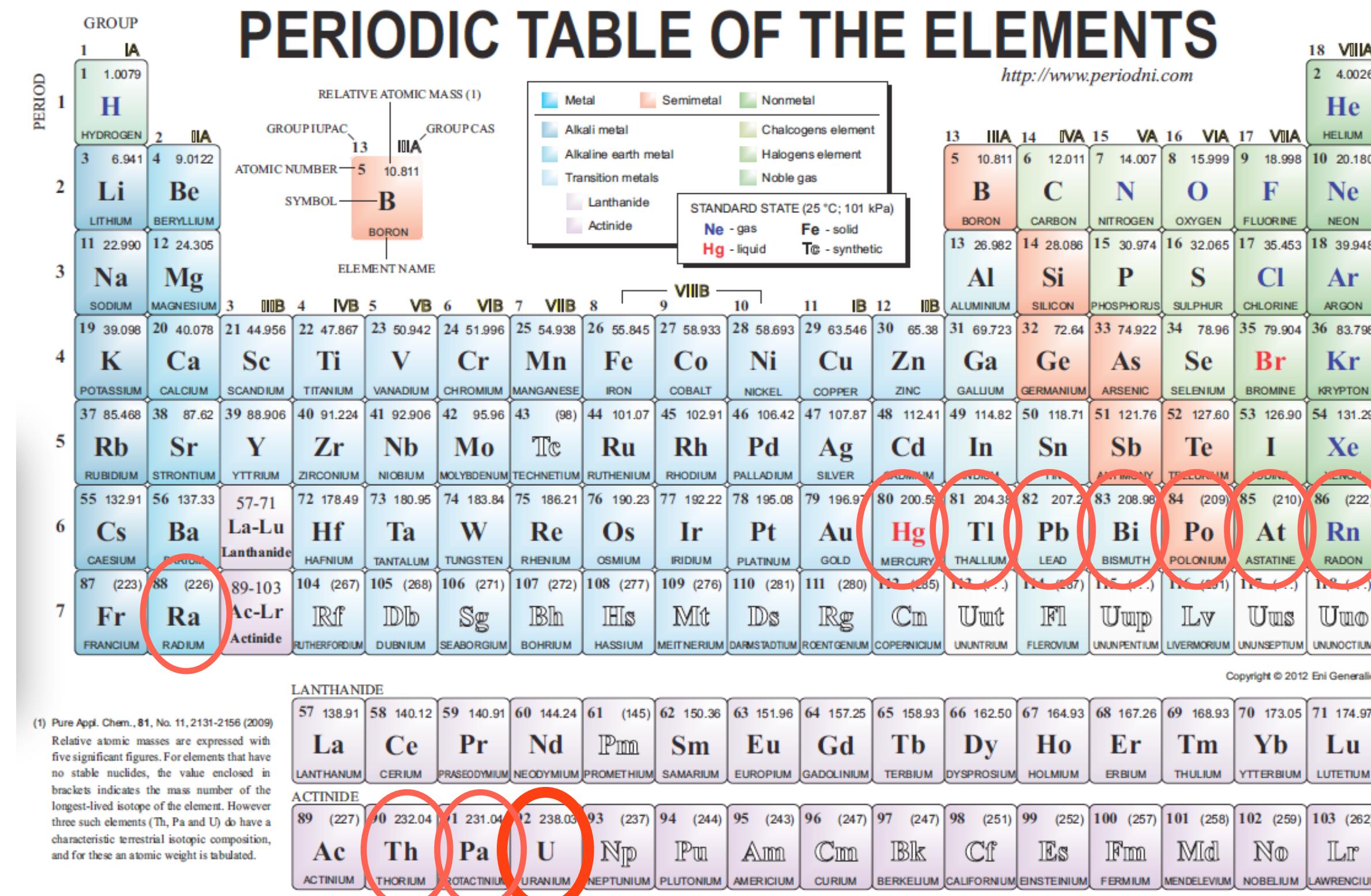


図 7.6 ウランから始まる崩壊系列 ウラン $^{238}_{92}\text{U}$ は、 α 崩壊してトリウム $^{234}_{90}\text{Th}$ に変化する。その後、 β 崩壊してプロトアクチニウム $^{234}_{91}\text{Pa}$ に変化する。その後も放射性崩壊を続け、長い年月の後、安定な鉛 $^{206}_{82}\text{Pb}$ に至る。

ウランの崩壊系列

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.periodni.com>



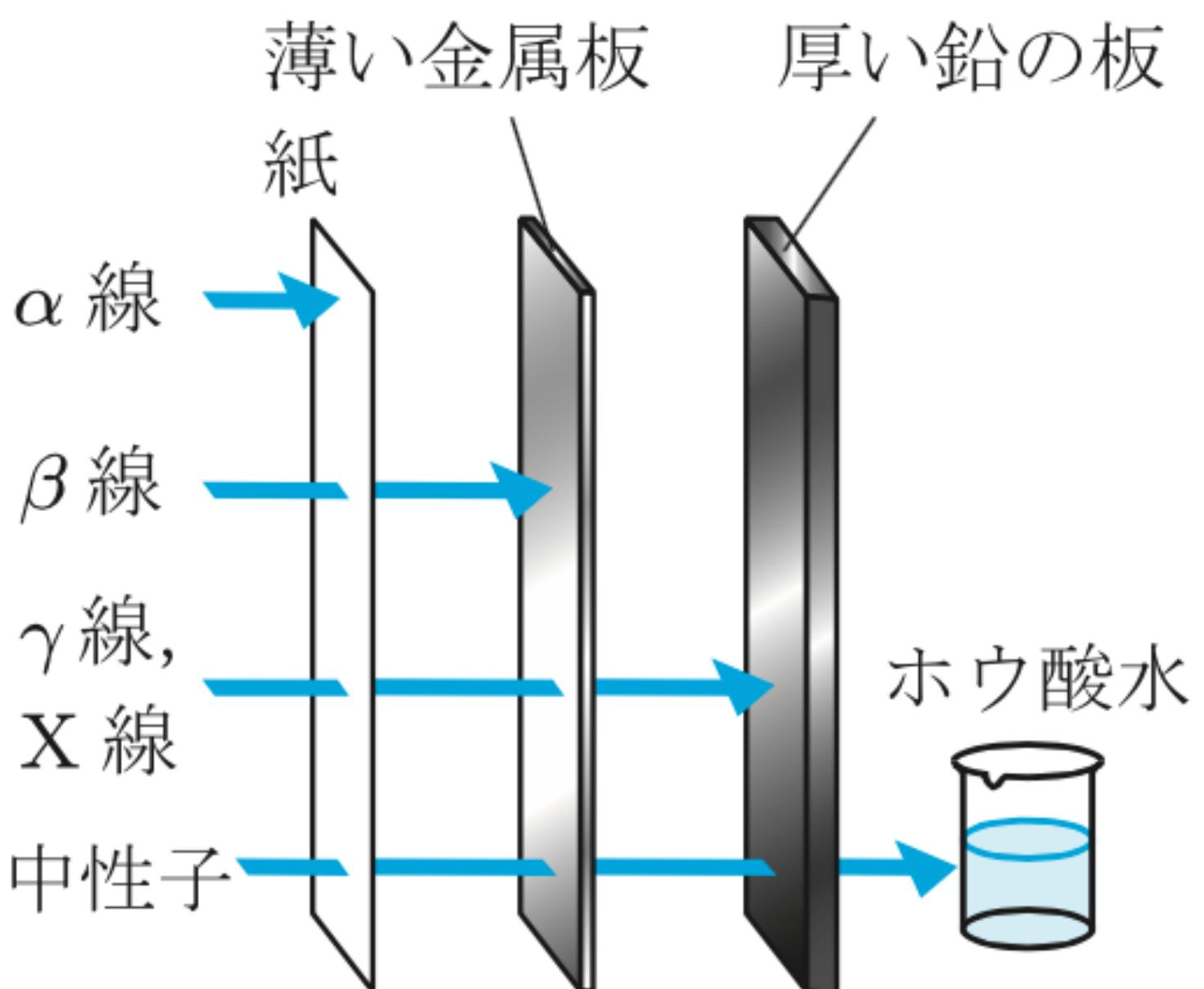
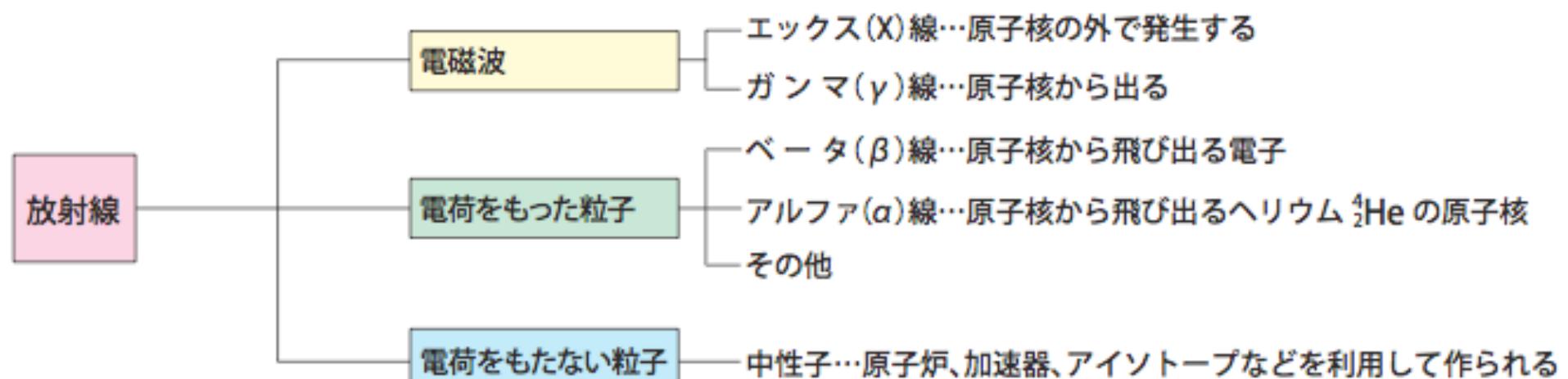
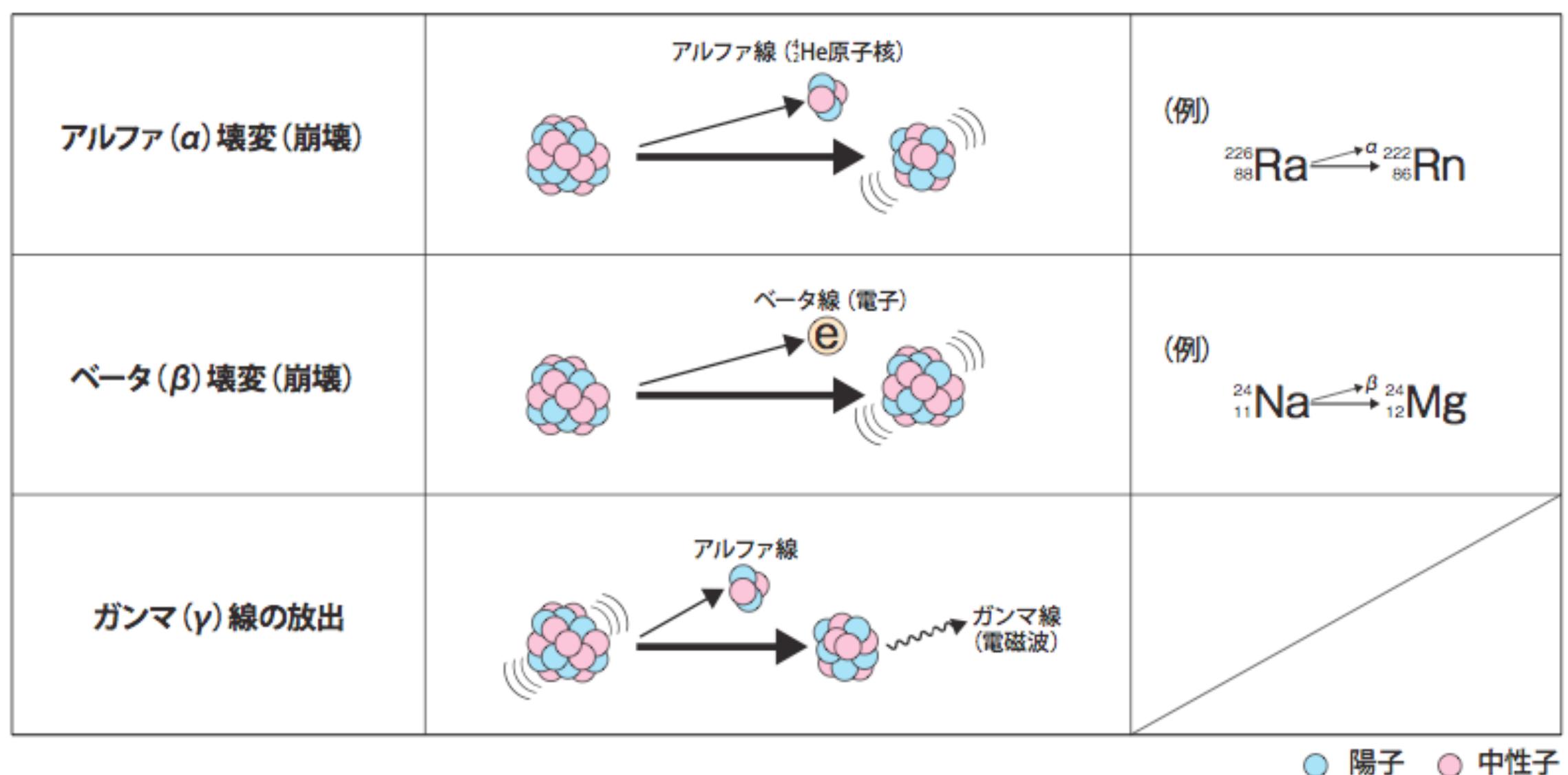
放射線(α線, β線, γ線)

教科書 p233



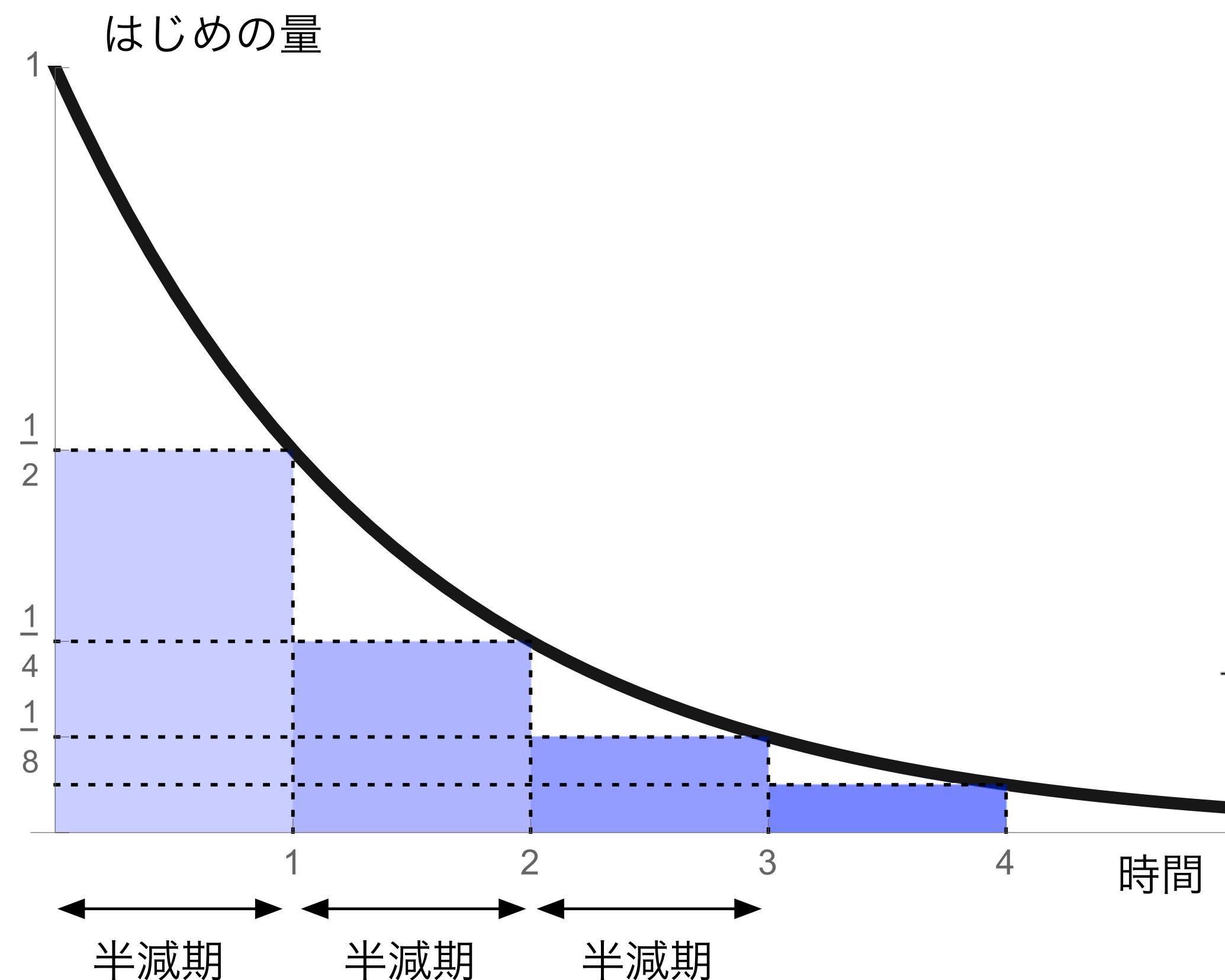
表 7.3 放射線の種類

	正体	電気量	質量 [kg]	透過力	電離作用
α 線	${}_{2}^{4}\text{He}$ 原子核	$+2e$	6.65×10^{-27}	弱	強
β 線	電子	$-e$	9.11×10^{-31}	中	中
γ 線	電磁波	0	0	強	弱



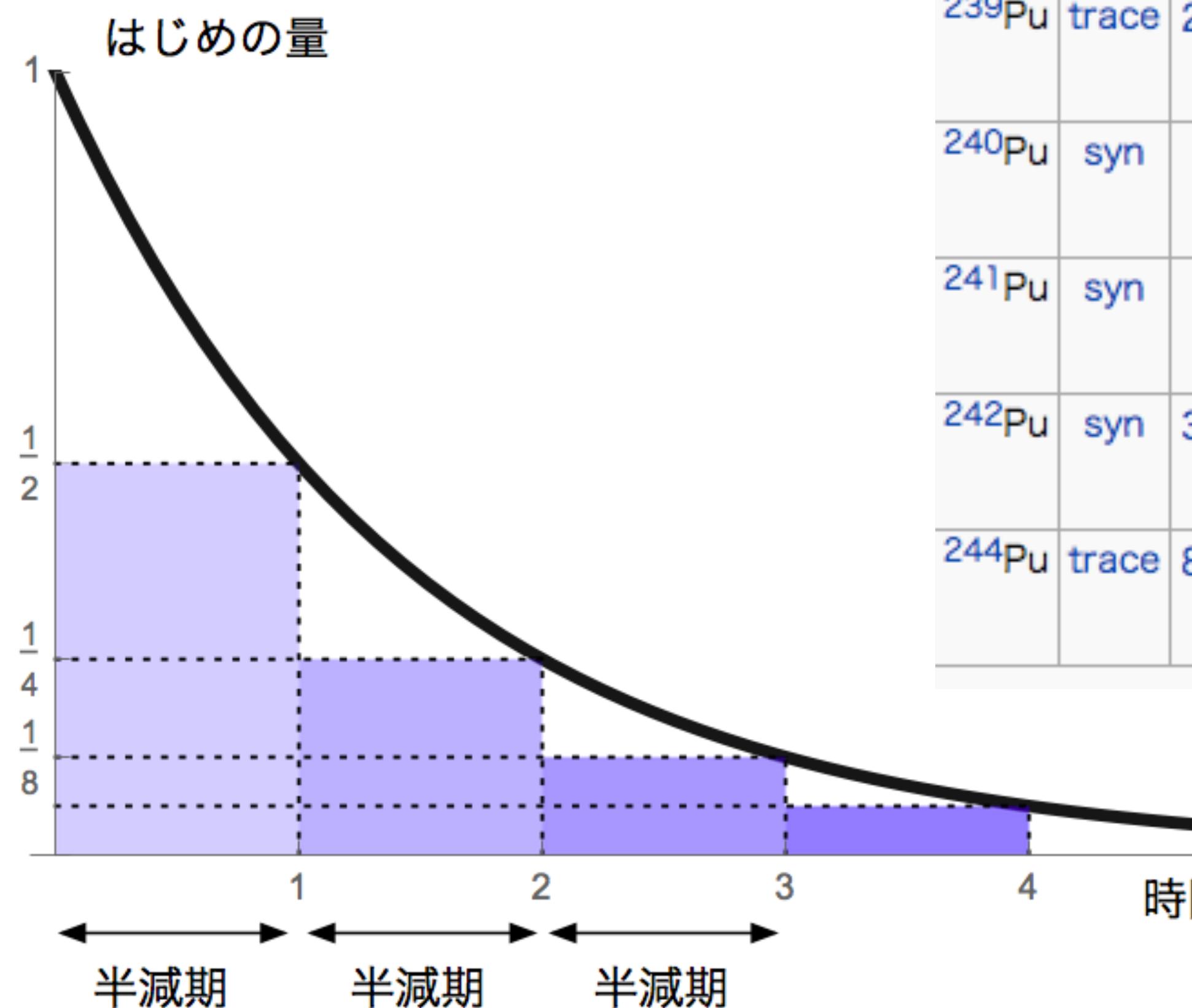
1898年頃、ラザフォードは、ウランやトリウムなどの天然の放射性物質から出ている放射線には性質の異なる少なくとも2種類のものがあることを明らかにし、透過力の弱い方を「α線」、透過力のより強い方を「β線」と命名した。この他にβ線よりもさらに透過力が大きい放射線も存在することが分り、それを「γ線」と名付けた。

半減期 (half-decay time)



原子核		崩壊の型	半減期
中性子	n	単体の中性子	β 10.4 分
炭素	$^{14}_6C$	自然に存在	β 5.73×10^3 年
リン	$^{32}_{15}P$	人工に合成	β 14.26 日
カリウム	$^{40}_{19}K$	自然に存在	β 1.28×10^9 年
コバルト	$^{60}_{27}Co$	人工に合成	β 5.271 年
ストロンチウム	$^{90}_{38}Sr$	人工に合成	β 28.78 年
ヨウ素	$^{131}_{53}I$	人工に合成	β 8.1 日
セシウム	$^{137}_{35}Cs$	人工に合成	β 30.07 年
ラドン	$^{222}_{86}Rn$	自然に存在	α 3.82 日
ラジウム	$^{226}_{88}Ra$	自然に存在	α 1.60×10^3 年
ウラン	$^{235}_{92}U$	自然に存在	α 7.04×10^8 年 7億年
ウラン	$^{238}_{92}U$	自然に存在	α 4.47×10^9 年 45億年

半減期 (half-decay time)



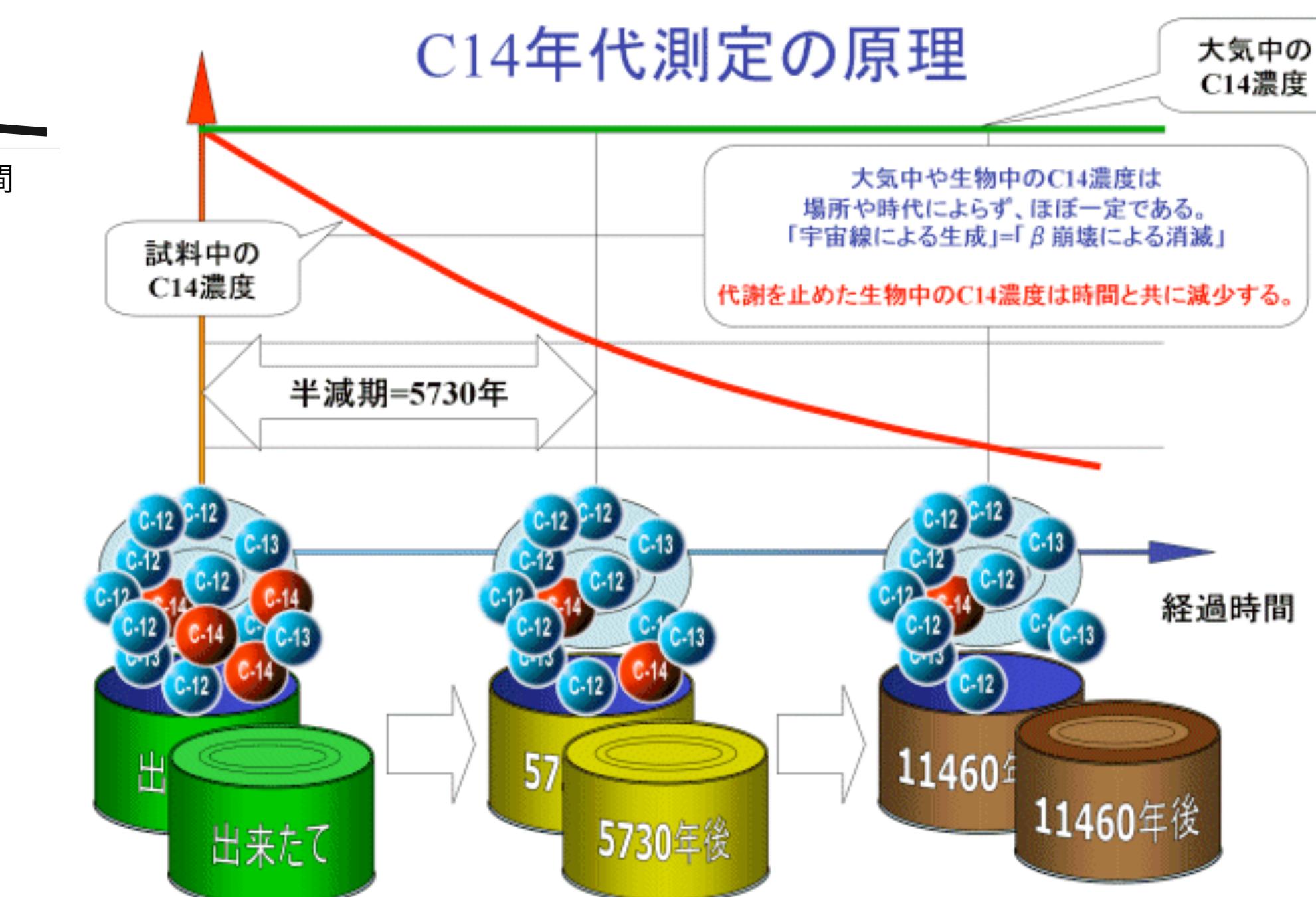
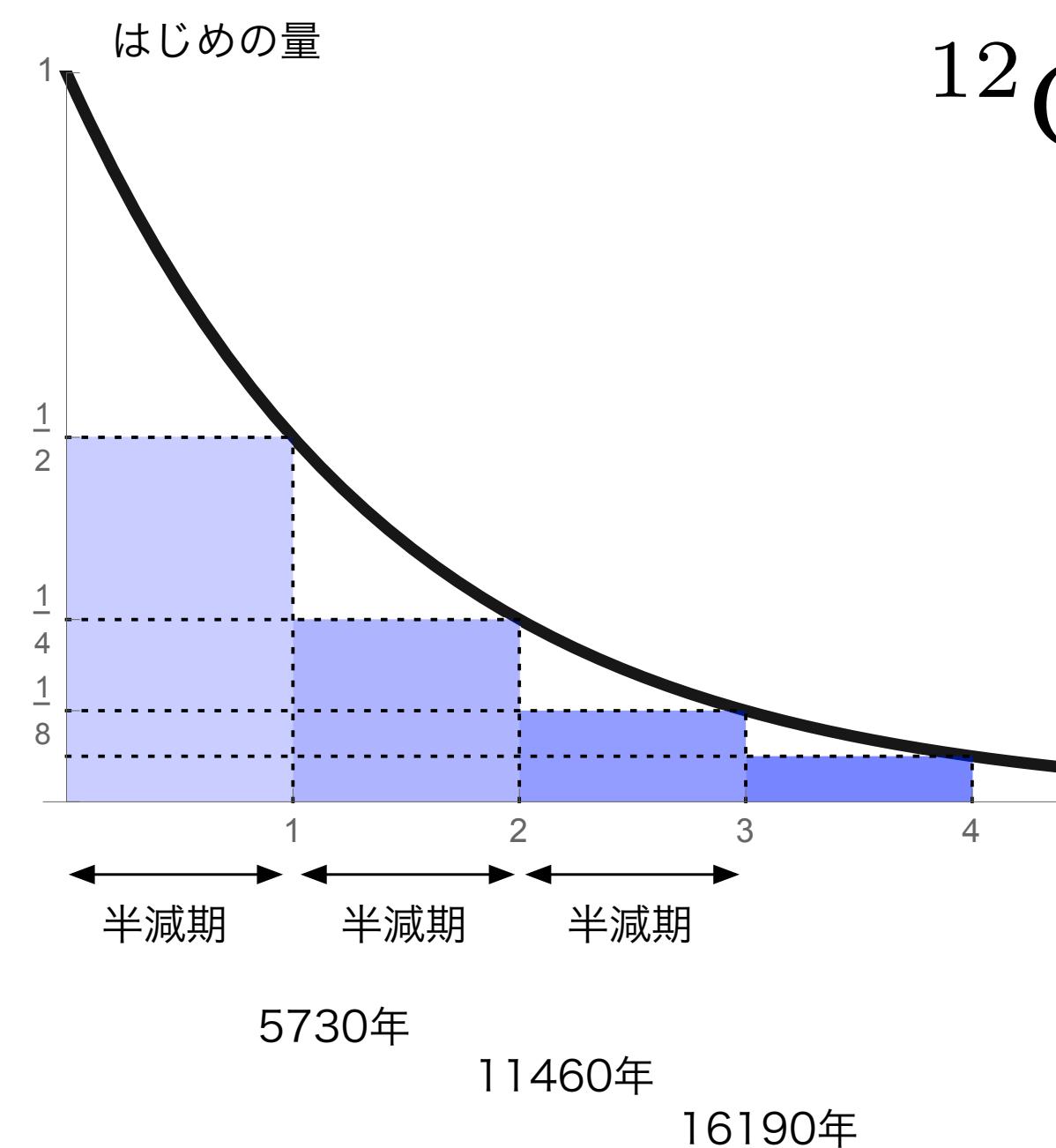
同位体	NA	半減期
^{238}Pu	syn	87.74 y
^{239}Pu	trace	2.41×10^4 y
^{240}Pu	syn	6.5×10^3 y
^{241}Pu	syn	14 y
^{242}Pu	syn	3.73×10^5 y
^{244}Pu	trace	8.08×10^7 y

表3 いろいろな半減期

原子核	崩壊の型	半減期
自然に存在	$^{14}_6\text{C}$	β 5.73×10^3 年
	$^{40}_{19}\text{K}$	β 1.28×10^9 年
	$^{222}_{86}\text{Rn}$	α 3.82 日
	$^{226}_{88}\text{Ra}$	α 1.60×10^3 年
	$^{235}_{92}\text{U}$	α 7.04×10^8 年
	$^{238}_{92}\text{U}$	α 4.47×10^9 年
人工	n^*	β 10.4 分
	$^{32}_{15}\text{P}$	β 14.26 日
	$^{60}_{27}\text{Co}$	β 5.271 年
	$^{90}_{38}\text{Sr}$	β 28.78 年
	$^{137}_{55}\text{Cs}$	β 30.07 年

※中性子は原子核内では安定に存在しうるが、単独では不安定であり、 β 崩壊により陽子に変わる。

放射性炭素年代測定法



C14の濃度を測れば「代謝を止めてからの時間」が判る！

放射性炭素年代測定法

Topic 放射性炭素年代測定法

炭素 ^{12}C には、安定な同位体 ^{13}C と不安定な同位体 ^{14}C が存在する。両者は空气中に一定の割合で含まれていて、生物、例えば樹木が呼吸していれば樹木中にもその割合で取り込まれる。樹木が切られ木材となると、木材は新たに内部に炭素を取り入れなくなる。

^{14}C は 5730 年の半減期で放射線を放出しながら ^{14}N に壊変するので、後年、木材からどれだけの量の放射線が放出されているかを計測することにより、内部に含まれる $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ の存在比がわかり、樹木が切り倒された年代が測定できることになる。この方法により、生物遺骸があれば、数万年前までの年代測定が可能になるという。

日本で 2000 年にスクープされた旧石器発掘に関する捏造事件は、出土した石器に対して有効な年代測定法がないために第三者の検証ができなかつたことが、事件を大きくさせた。

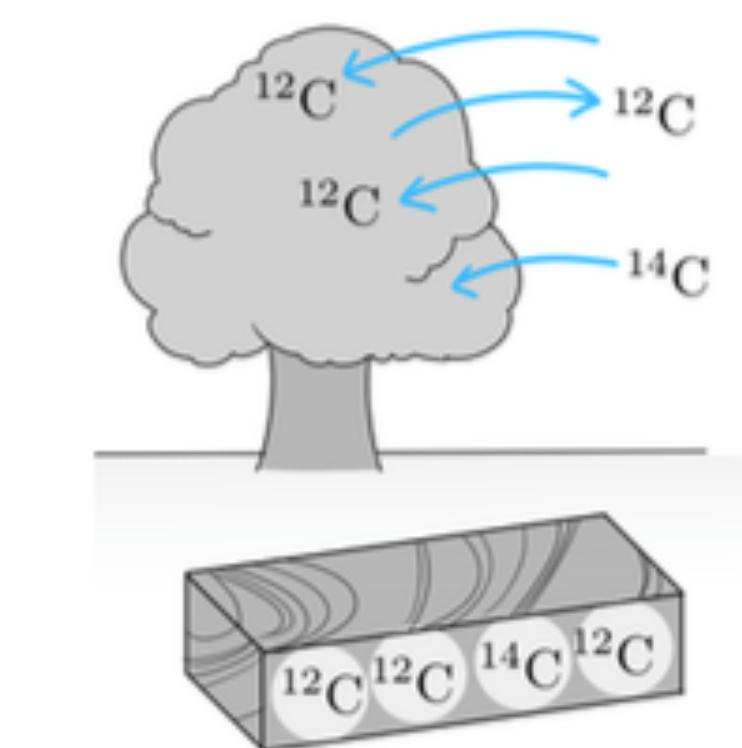


図 6: 放射性炭素年代測定法。呼吸していた樹木が材木になると、 ^{14}C が閉じ込められ、放射性壊変で徐々に減ってゆく。 ^{14}C の含有量で材木の年代がわかる。

2000年10月 旧石器発掘捏造事件

藤村 新一 特定非営利活動法人「東北旧石器文化研究所」副理事長(當時)

2000.10.24(水) 享月 三 篓子

60万年前、原人の建物跡



宮城・上高森遺

日本最古の小堀遺跡
国内最古とされる宮城県築館町の上高森遺跡で、約六十年前の地層から原人の建物跡とみられる柱の跡の穴や並べられた石器十八点が見つかった、と民間の研究所「東北旧石器文化研究所」と東北福祉大考古学研究会の調査団が二十三日、発表した。調査団によると、同様の建物跡が見つかっている埼玉県秩父市の小庭坂遺跡よりも約十万年さかのぼる日本で最古のものと推定される。

建物跡は、標高約八十㍍の丘陵地で、深さ約十㍍地点の火山灰層を発掘して見つかった。縦約八十㍍、横五十㍍のだ円形の土壇と、それを取り囲むように直径約十五一三十㍍の柱跡とみられる五つの穴で構成されている。さらに、周辺から

は、石器をしまって穴が三つ見つかったのうち二つの遺構にそれぞれ六個と五個の状やスクレイパー（削と呼ばれる二種類のが、線対称に並べられた。

調査団の一員である

だ円の土塹
周囲に柱跡
土塹（中央）を囲むように
円形の穴が配列された
遺構＝宮城県築館町の上
高森遺跡で

日本最古？宗教儀礼跡か

の築館町の丘陵に広がる前
期旧石器時代の遺跡。一九
九三年から五次にわたる発
掘調査で、約六十万年前ま
で古い地層から、国内最古
と見られる二十五点の石器
が発見された。

原人定住生活 最古の遺構か

「同研究所によると、生活遺構と見られるのは二カ所あり、一つは直径十五—二十九センチの柱跡とみられる五つの穴で構成されており、これを結ぶと直径約二㍍のほぼ円形になる。

もう一カ所は約五㍍東にあり、直径二十一—三十九センチの八つの穴が中央の土壙（どこう）を取り囲むように見つかった。土壙から長さ二三センチ程度の剥片（はくべん）石器七点がまとまって出土した。

土壤に蓄積した放射線量で年代を測定する「熱ルミネッセンス法」や地球の磁場が逆転した現象を利用して測定する「古地磁気年代測定法」で、この地層は約六十五万年前という結果が出ていた。

慎重な検討が必要

岡村道雄・文化庁主任文化財調査官の話 埼玉県の

見されたことは、原人の日常生活に必要な施設としての普遍性が確認されたといえるだろう。ただ、これが住居かどうかは、大きさや構造、石器の出方などから議論がある。当時の原人は移動生活を繰り返しておらず、住居かどうかについては慎重な検討が必要だ。

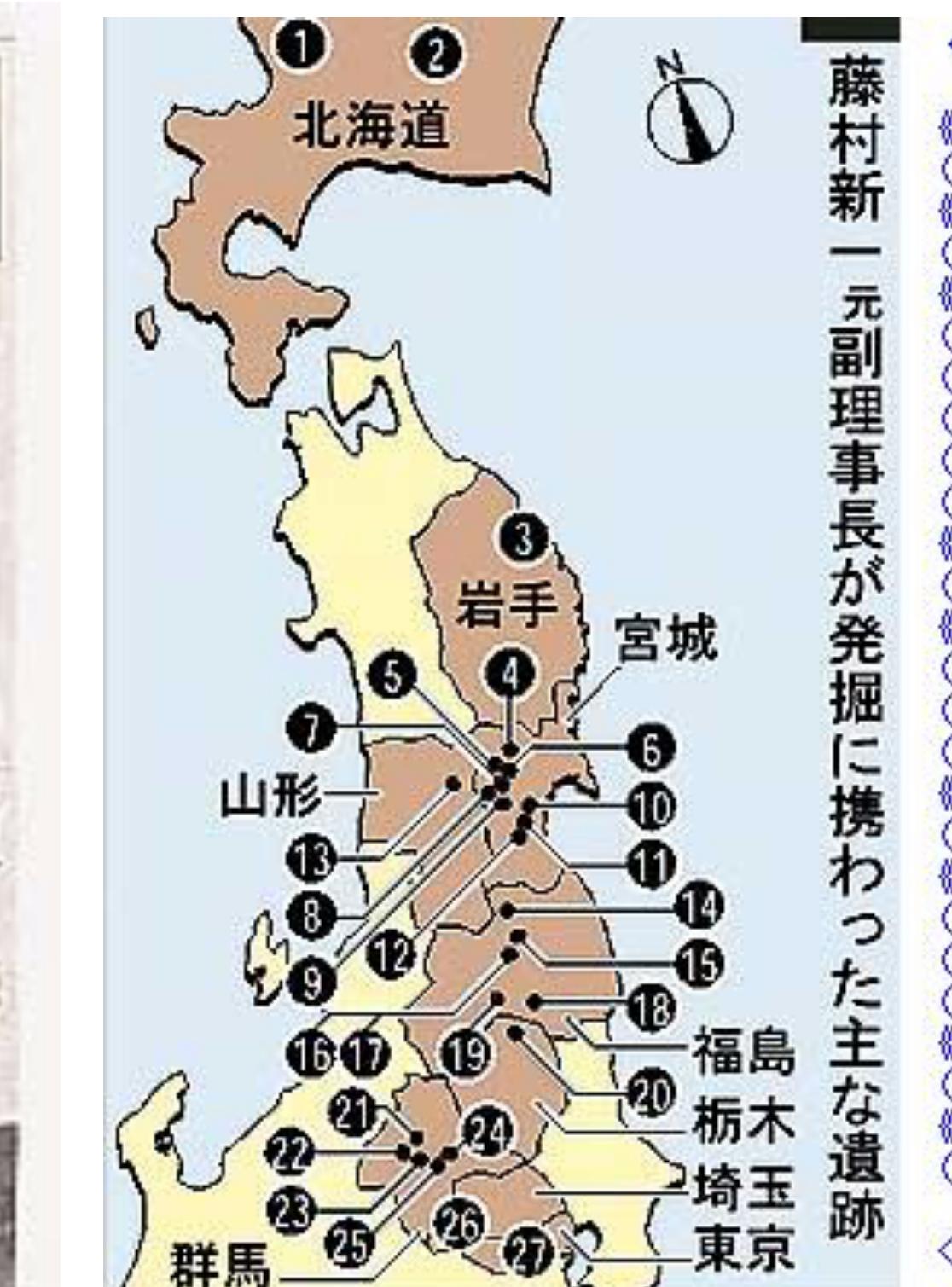
<http://inoues.net/kamitakamori.html>

【石器の年代測定は難しい】

2000年10月 旧石器発掘捏造事件



2000/11/5 每日新聞



◆ 藤村新一元副理事長が発掘に携わった主な遺跡

- 《北海道》
(1) 総進不動坂(新十津川町) (2) 下美蔓西(清水町)
- 《岩手県》
(3) 瓢箪穴(岩泉町)
- 《宮城県》
(4) 上高森、高森(築館町) (5) 座敷乱木(岩出山町)
(6) 馬場壇A(古川市) (7) 中島山(色麻町)
(8) 薬葉山(小野田町) (9) 中峯C(大和町)
(10) 志引、柏木(多賀城市) (11) 山田上ノ台、北前、青葉山(仙台市)
(12) 小泉東山(村田町)
- 《山形県》
(13) 袖原3(尾花沢市)
- 《福島県》
(14) 竹ノ森(福島市) (15) 一斗内松葉山(安達町)
(16) 原セ笠張(二本松市) (17) 算輪宮坂(同)
(18) 上野出島(東村) (19) 大平(西郷村)
- 《栃木県》
(20) 七曲(那須町)
- 《群馬県》
(21) 下川田入沢(沼田市) (22) 中山峠(高山村)
(23) 加生西(子持村) (24) 桐原(大間々町)
(25) 入ノ沢(新里村)
- 《埼玉県》
(26) 長尾根、小鹿坂(秩父市)
- 《東京都》
(27) 多摩ニュータウン471-B(稲城市)

〈朝日新聞社11月7日 asahi.com より〉

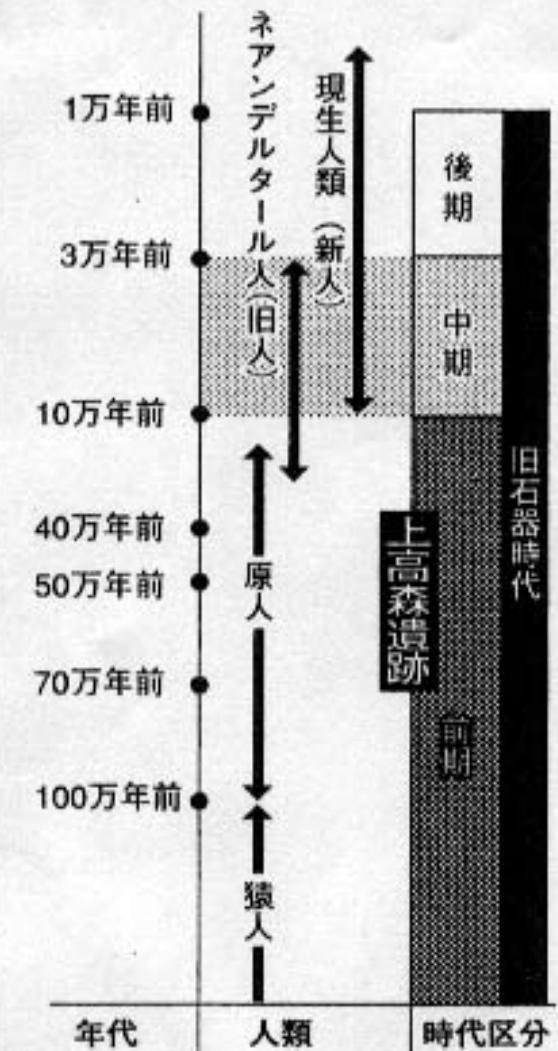


出土物年代測定

科学的根拠乏しく

前中期旧石器時代は「エアポケット」になるためだ。

跡など)で行った旧石器発
跡からの出土物の年代測
定は、旧石器時代の出土物の年
代測定の「エアポケット」に
遺跡から出土した石器や
土器の年代測定は①出土物
を直接科学的に分析する②出土物
が発掘された地層を
分析する③石器や土器の形
式から年代を割り出す
の三つの方法を組み合わせ
て行われる。



境に左右されやすく誤差が大きくなる。一方、100万年より古い年代ならカリウム40が崩壊してアルゴン40に変わる半減期を通じて調べる手法が一般的で信頼性も高い。上高森遺跡など旧石器時代の地層は、現在の測定方法がカバーしきれないエアポケットに当たつていたわけだ。

放射性炭素法に代わって
熱ルミネッセンス法や電子
スピン共鳴法がある。これ
らは地層中の鉱物が宇宙線
や放射線にさらされて受け
た傷の量をもとに地層の年
代を決める方法だ。しかし、
放射線は水に遮られるので
があり、傷の量は周囲の環

阿部教授も「遺跡から石器の加工くずや火を燃やしたあとが見つからない」などの疑問点を指摘してきたが、「前期旧石器時代の石器発見というセンセーション的なニュースにかき消され、大きな声にならなかつた」と語る。

とんでもないこと
官房長官

宮城県内では一般的ではなく、加工にも適していないとの理由から「前期旧石器ではない」と批判している。

らないのに分かるふりをしてきた。今後は分からないうことは分からないと、科学に徹する姿勢が必要だ」と話している。

2000/11/7 每日新聞

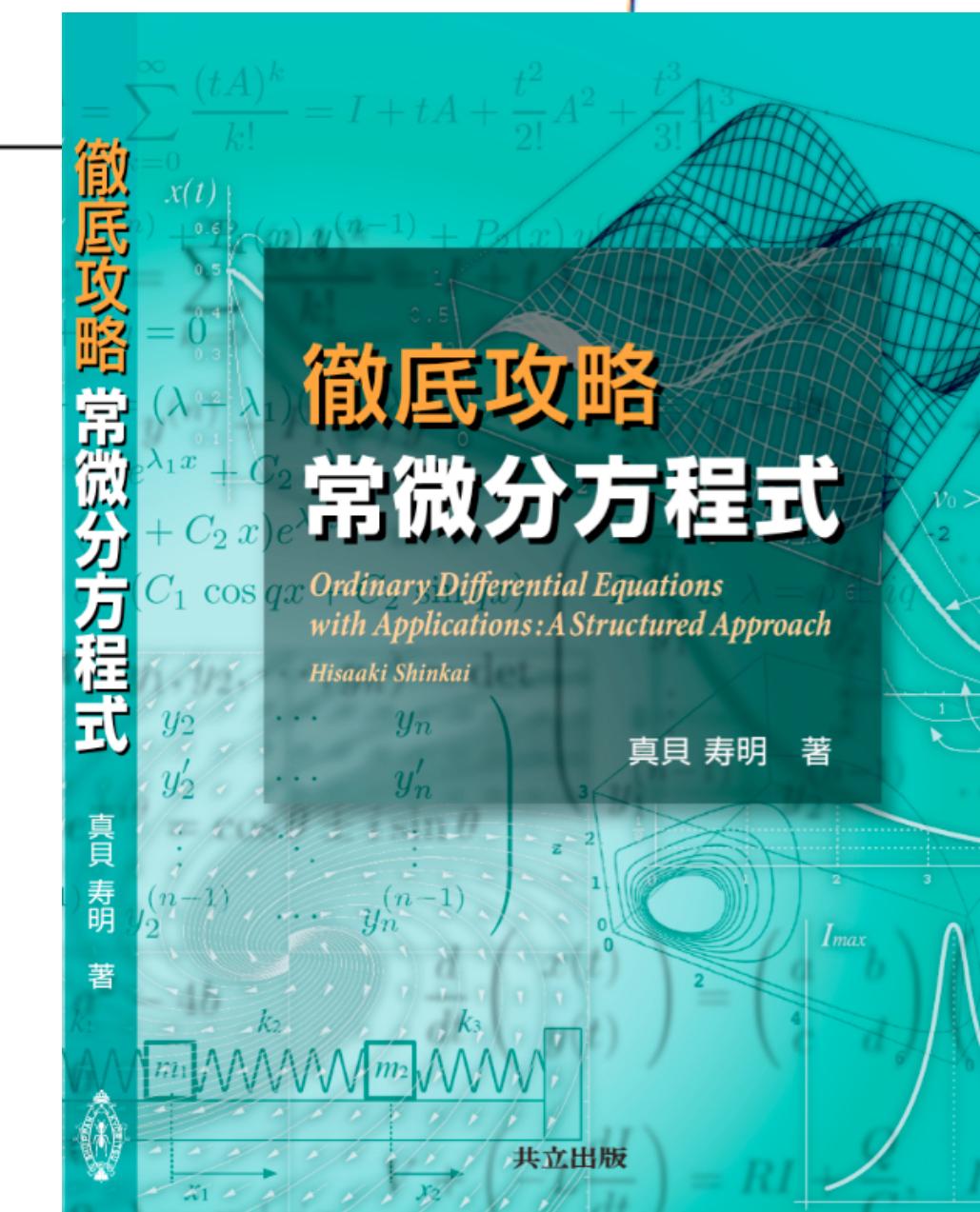
放射性炭素年代測定法

コラム 2 (放射性炭素年代測定法)

炭素 ^{12}C には、安定な同位体 ^{13}C と不安定な同位体 ^{14}C が存在する。両者は空气中に一定の割合で含まれていて、生物、例えば樹木が呼吸していれば樹木中にもその割合で取り込まれる。樹木が切られ木材となると、木材は新たに内部に炭素を取り入れなくなる。

^{14}C は 5730 年の半減期で放射線を放出しながら ^{14}N に壊変するので、後年、木材からどれだけの量の放射線が放出されているかを計測することにより、内部に含まれる $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ の存在比がわかり、樹木が切り倒された年代が測定できることになる。この方法により、生物遺骸があれば、数万年前までの年代測定が可能になるという。

放射性炭素年代測定法を開発した Willard F. Libby (リピー, 1908–1980) は、1960 年の Nobel 化学賞を受賞した。日本で 2000 年にスクープされた旧石器発掘に関する捏造事件は、出土した石器に対して有効な年代測定法がないために第三者の検証ができなかつたことが、事件を大きくさせた。



ヨハネス・フェルメール

Johannes Vermeer (1632–75)



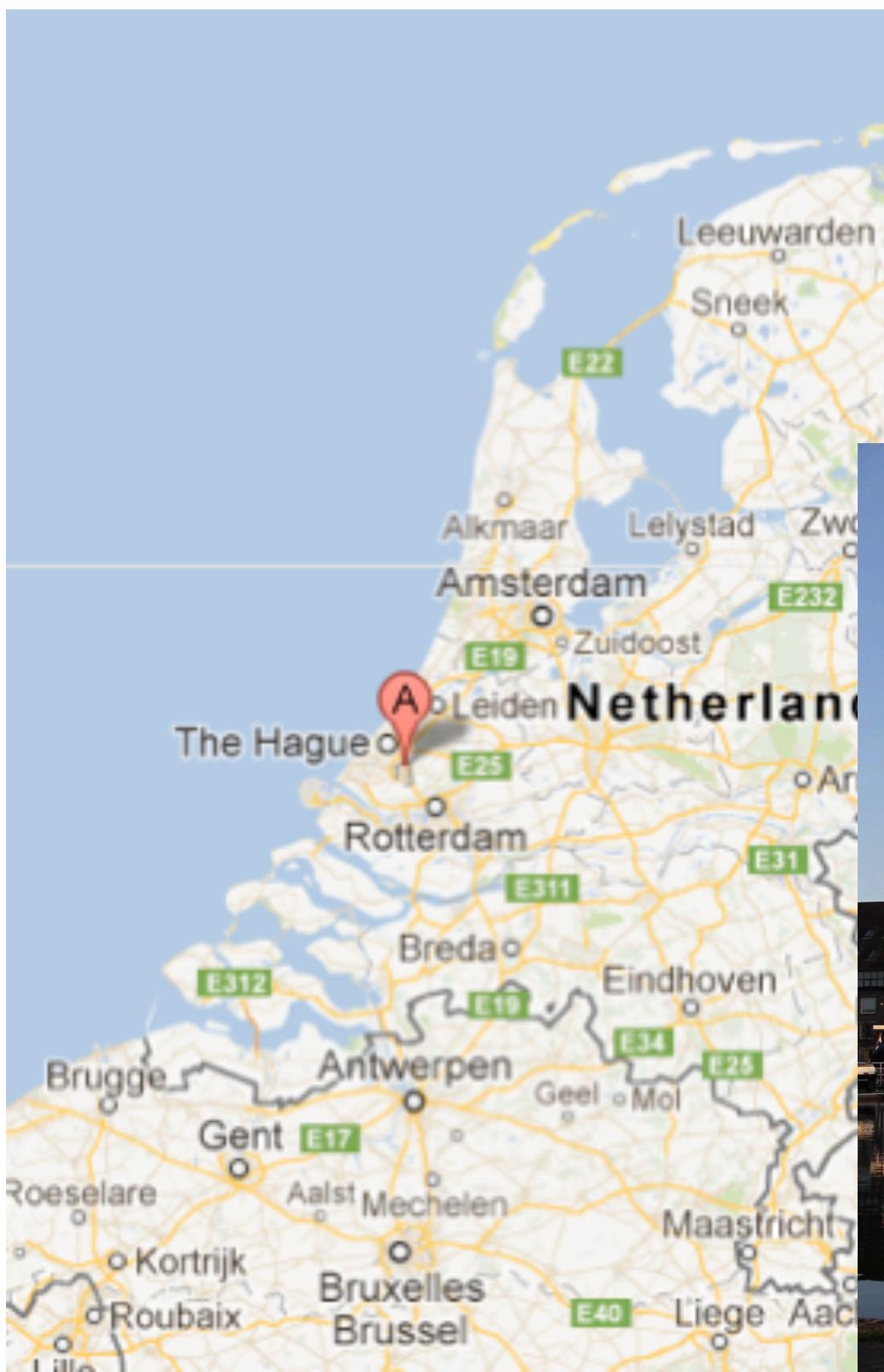
真珠の耳飾りの女 (1665頃)
真珠の首飾りの女 (1664頃)
牛乳を注ぐ女 (1658頃)
天文学者 (1668)
地理学者 (1669)



ヨハネス・フェルメール Johannes Vermeer (1632–75)

デルフトの眺望(1660頃)
小路 (1657頃)

Delft,
The Netherlands



2018年9月撮影

フェルメールの贋作事件(1947)

コラム 5 (フェルメールの贋作事件)

19世紀、絵画研究家 Thoré Bürger (トレ・ビュルガー) が Vermeer (フェルメール) の作品として認定した絵画は 70 点以上にのぼる。しかし、これらの作品の多くは、その後の研究によって別人の作であることが明らかになり、次々と作品リストから取り除かれていった。20世紀に入ると、このような動きと逆行するように Vermeer の贋作が現れてくる。中でも最大のスキャンダルといわれるのが Han van Meegeren (ハン・ファン・メーヘレン) による一連の贋作事件である。

この事件は 1945 年ナチス・ドイツの国家元帥 Hermann W. Göring (ヘルマン・ゲーリング) の妻の居城から Vermeer の贋作『キリストと悔恨の女』が押収されたことに端を発する。売却経路の追及によって、Meegeren が逮捕された。オランダの至宝を敵国に売り渡した売国奴としてである。ところが、Meegeren はこの作品は自らが描いた贋作であると告白した。そしてさらに多数の Vermeer の贋作を世に送り出しており、その中には『エマオのキリスト』も含まれていると述べた。『エマオのキリスト』は 1938 年にロッテルダムのボイマンス美術館が購入したものであり、購入額の 54 万ギルダーはオランダ絵画としては過去最高額であった。当初 Meegeren の告白が受け入れられなかつたため、彼は法廷で衆人環視の中、贋作を作つてみせたという。『エマオのキリスト』は、現在でもボイマンス美術館の一画に展示されている。

参考 『謎解きフェルメール』(小林頼子・朽木ゆり子著、新潮社、2003 年)



フェルメールの贋作事件(1947)

2.6.1 年代測定と贋作鑑定

贋作鑑定

[Level 1]

放射性元素の崩壊

⇒ 例題 2.3

炭素を使う年代測定法

⇒ コラム 2

■ Johannes Vermeer

フェルメール (1632–75)

オランダの画家。現存する作品は 30 数点と少ない。

鉛 Pb には同位体が多数あり、安定なものは ^{204}Pb , ^{206}Pb , ^{207}Pb , ^{208}Pb 。

放射性原子核の崩壊現象を利用すると年代測定が可能になる(例題 2.3, コラム 2)。次の例題は、寡作だったオランダの画家 Vermeer (フェルメール) の贋作問題として実際にあった話をもとにしている。

例題 2.31 1947 年、Vermeer の絵画として持ち込まれた絵が贋作かどうか鑑定することになった。顔料に含まれている鉛 (^{210}Pb) の含有量で年代を判定することになった。

- ほとんどの絵に使われる顔料は、半減期 22 年の放射性物質である ^{210}Pb を含む。 ^{210}Pb は、ラジウム (^{226}Ra) が半減期 1600 年で崩壊してできる。
- ^{210}Pb に崩壊する ^{226}Ra の総量は、単位時間ごとに、崩壊・減少する ^{210}Pb の総量と等しい。すなわち、 ^{210}Pb と ^{226}Ra は時間が経つと平衡状態になる。
- 顔料の製造過程では、ラジウムはほとんど除去されるが、完全には除去されない。顔料となった ^{210}Pb は崩壊を始めるが、やがて除去されずに残った微量のラジウムと平衡状態に達する。

以上の過程を微分方程式のモデルにすると、

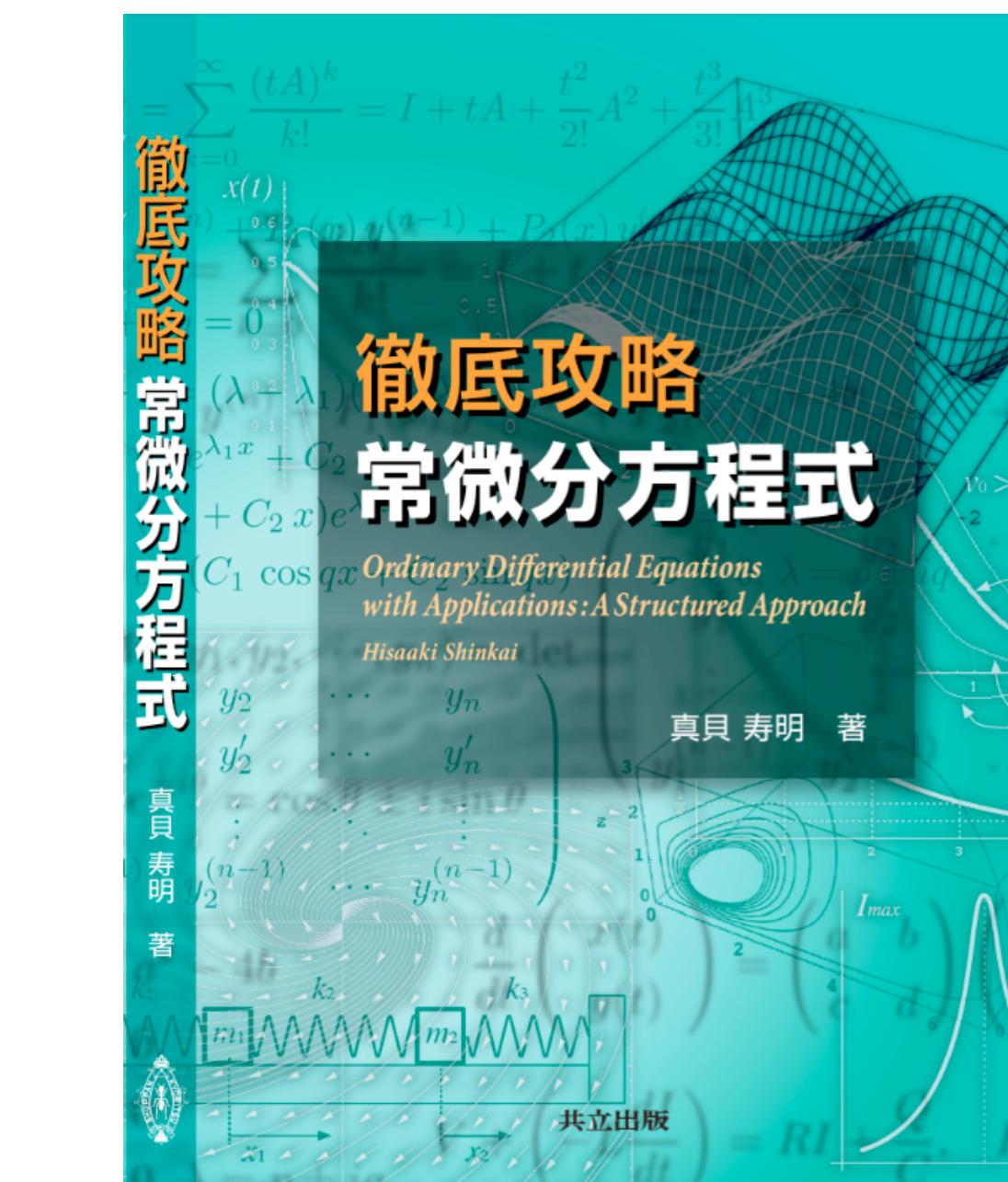
$y(t)$ = 時刻 t における通常の鉛 1g ごとの ^{210}Pb の量

$r(t)$ = 通常の鉛の中における毎分 1g ごとの ^{226}Ra の崩壊数

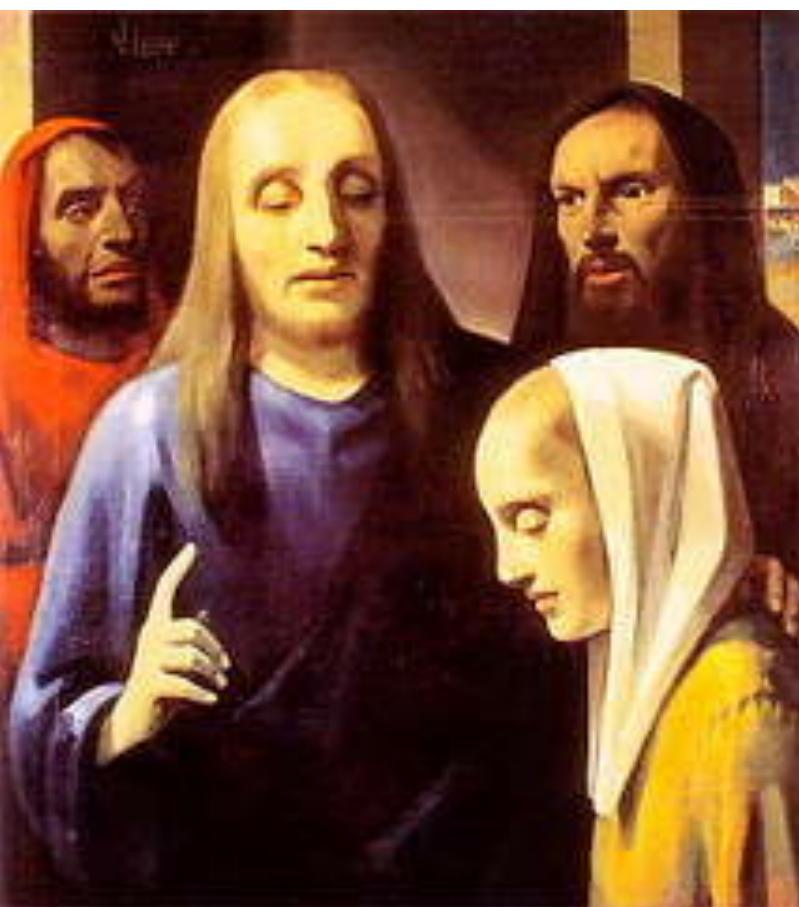
とし、 λ を ^{210}Pb の崩壊定数として、次の式になる。

$$\frac{dy}{dt} = -\lambda y + r(t)$$

(1) この微分方程式を、 $y = \dots$ の積分形にせよ。



フェルメールの贋作事件(1947)



1945年ナチス・ドイツの空軍総司令官ヘルマン・ゲーリングの妻の居城から、フェルメールの作とされた「キリストと悔恨の女」が押収された。

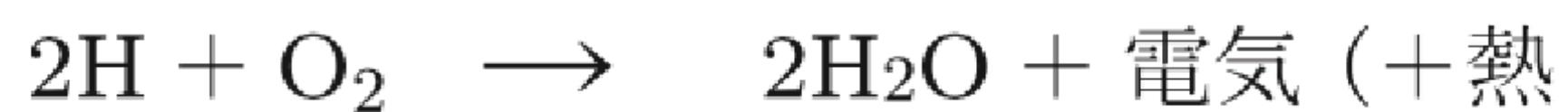
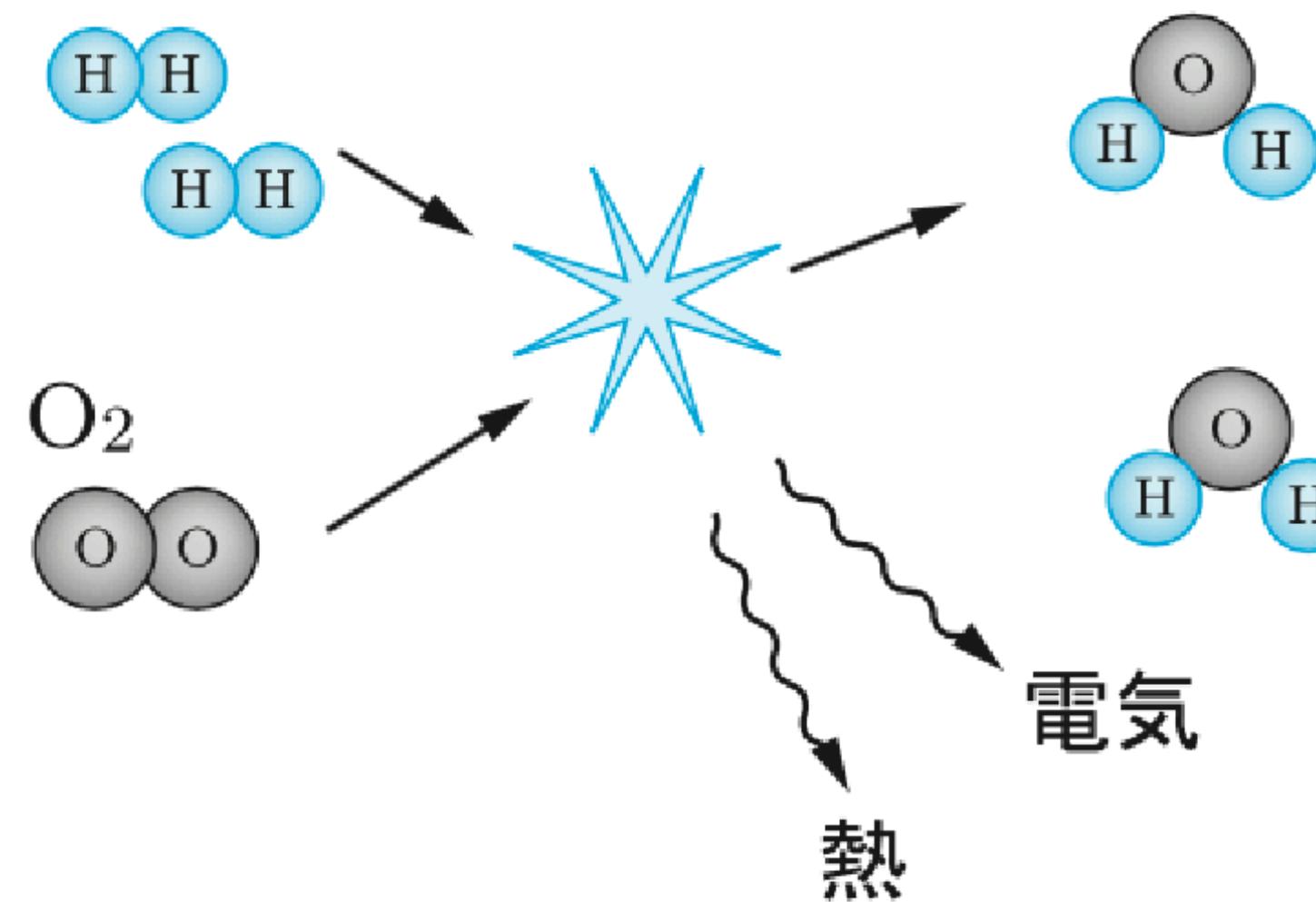
オランダの至宝を敵国に売り渡した売国奴として、売却経路の追求からファン・メーヘレンが逮捕された。

ところが、メーヘレンは、これは「自分が描いた贋作だ」と主張。そして多くの贋作を世に送り出したことを告白した。その中には「エマオのキリスト」も含まれていた。

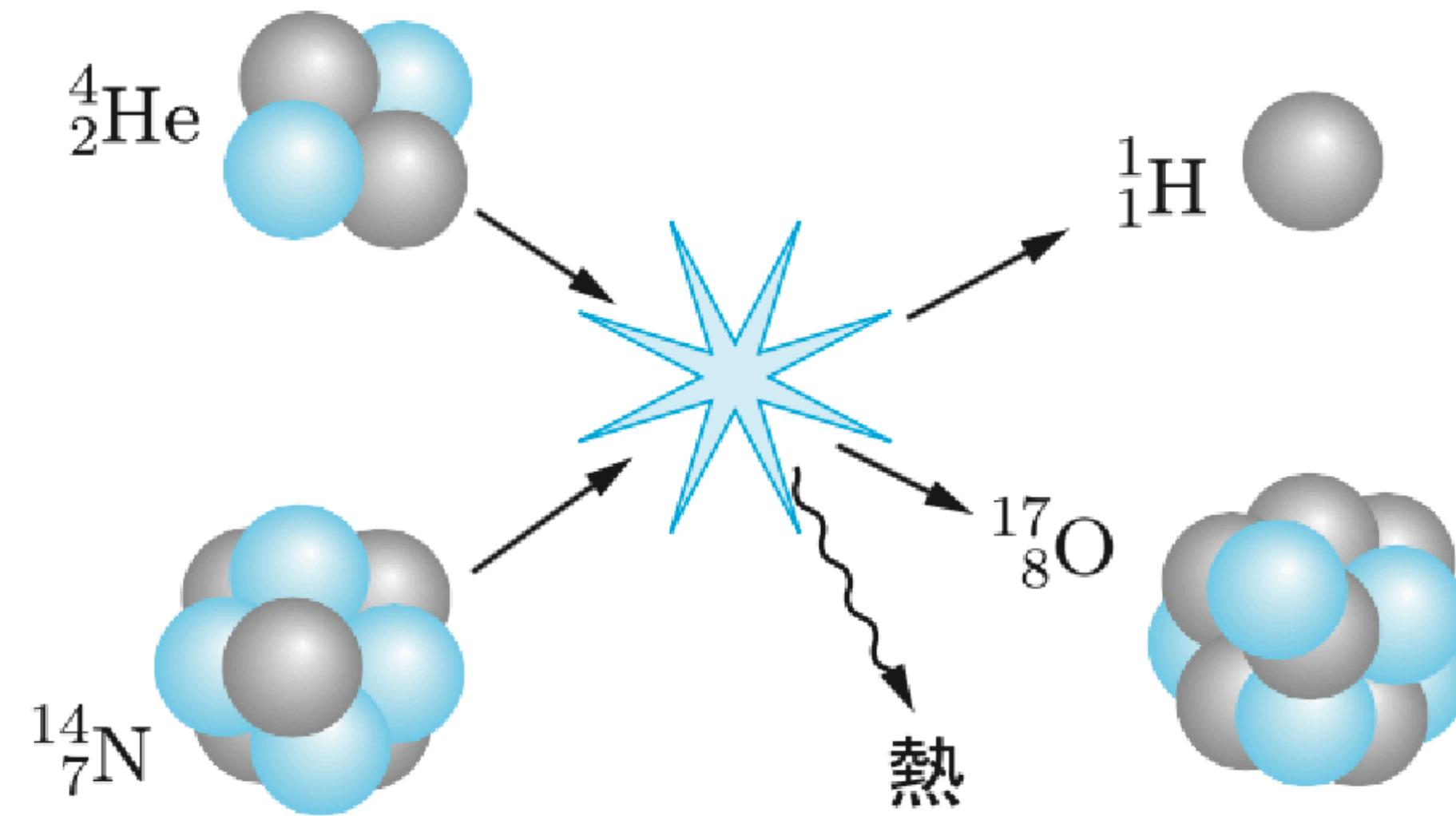
「エマオのキリスト」は、1938年にロッテルダムのボイマンス美術館が、当時の過去最高額として購入した作品だった。



化学反応と核反応

 H_2 

(a) 化学反応

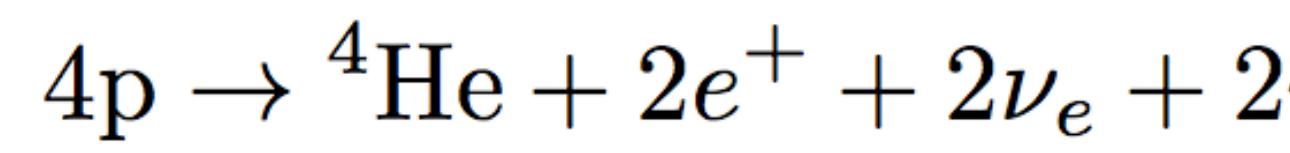
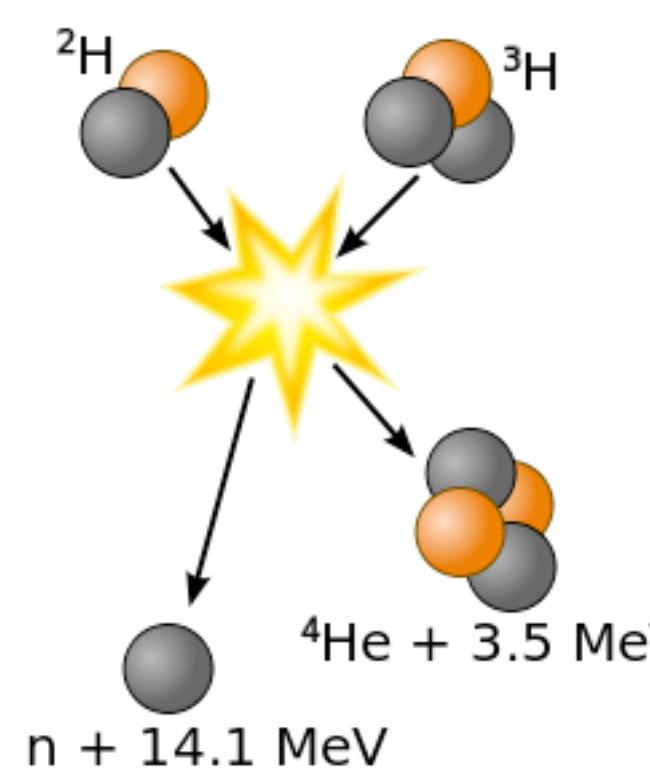


(b) 核反応

分子どうしの組み替えは、
化学反応

原子核の組み替えは、
核反応

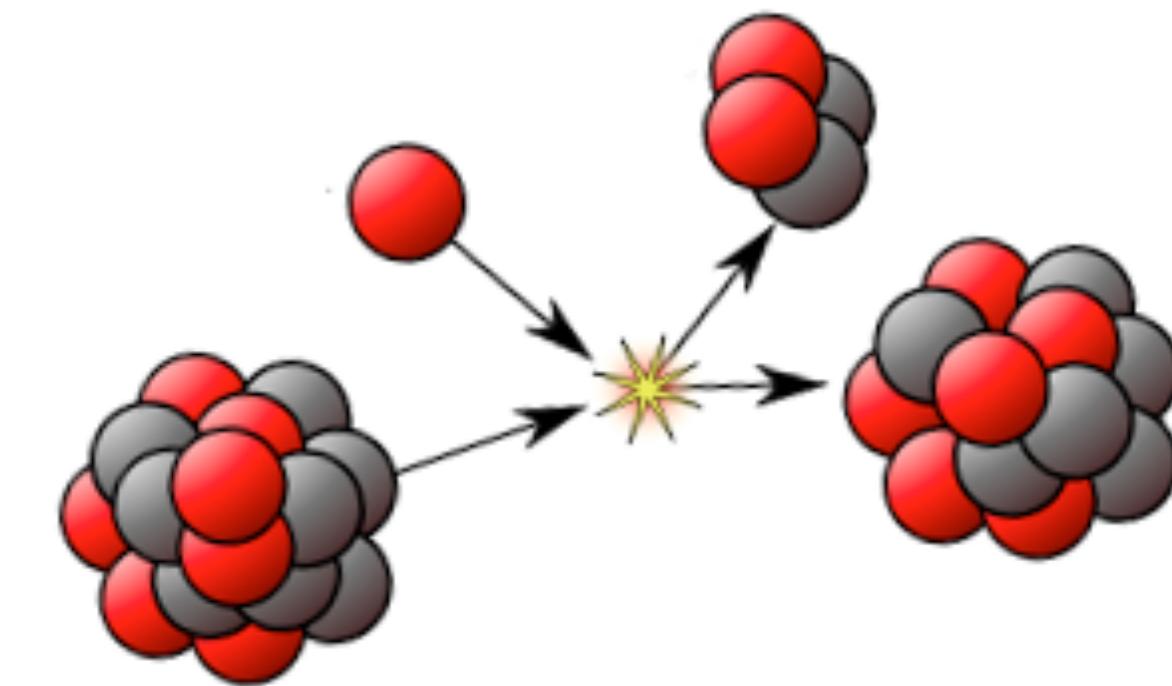
核融合 と 核分裂



核融合 (nuclear fusion)

合体した方が安定
(エネルギー放出)

恒星のエネルギー源
水素爆弾

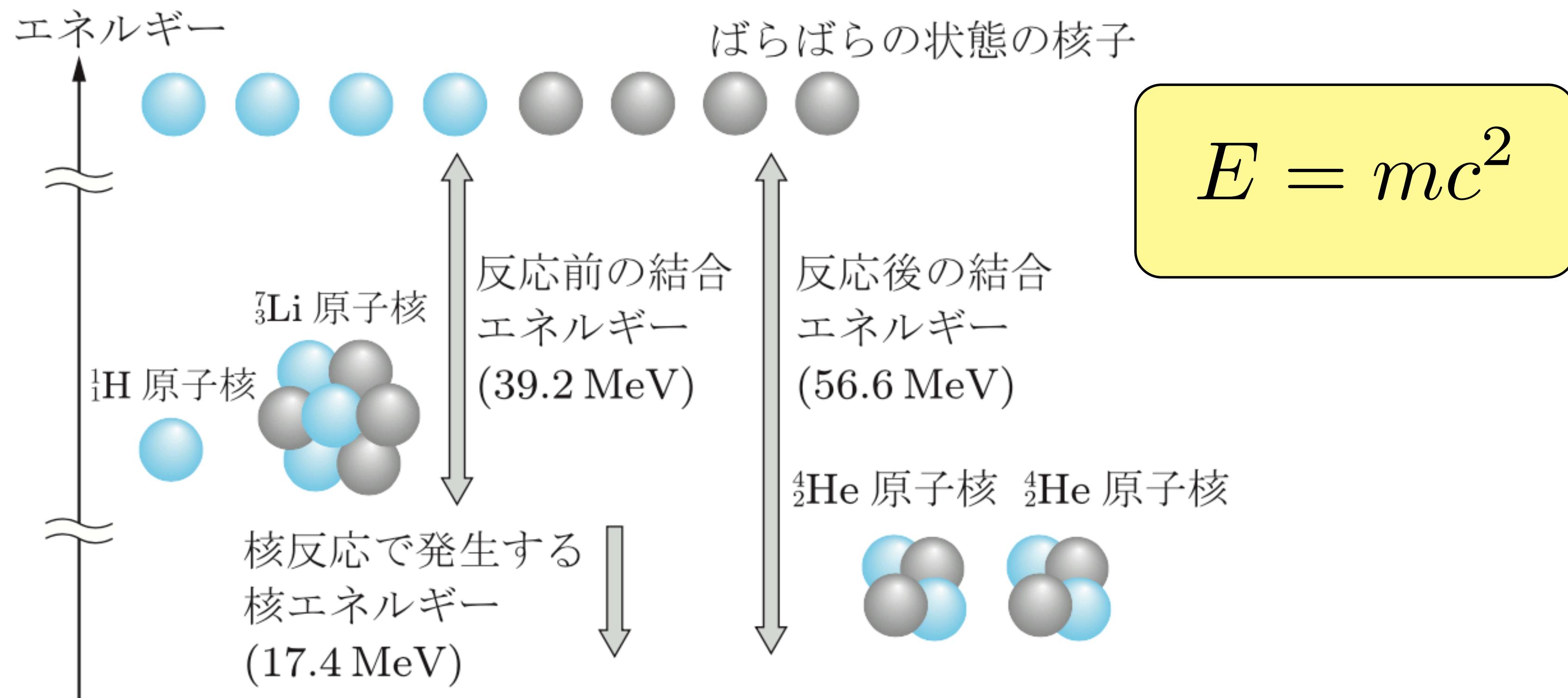


核分裂 (nuclear fission)

分裂した方が安定
(エネルギー放出)

原子爆弾
原子力発電

結合エネルギー



ばらばらでいるより、結合している方が、
エネルギーが低い

最も有名な物理の公式：質量とエネルギーの等価性

4次元時空としてエネルギー保存則を考えると、 . . .



アインシュタイン
(1905, 特殊相対性理論)

$$E = mc^2$$

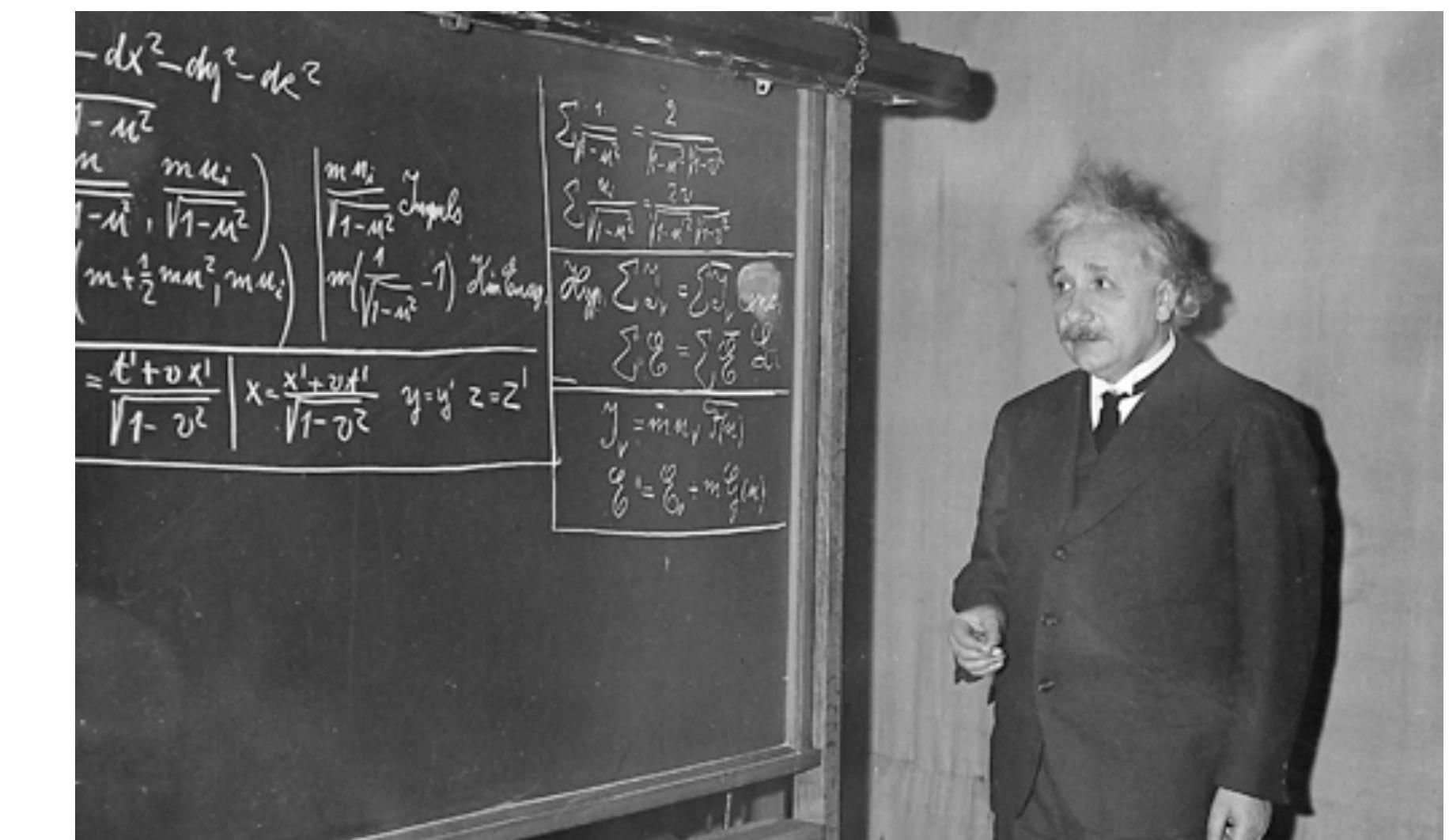
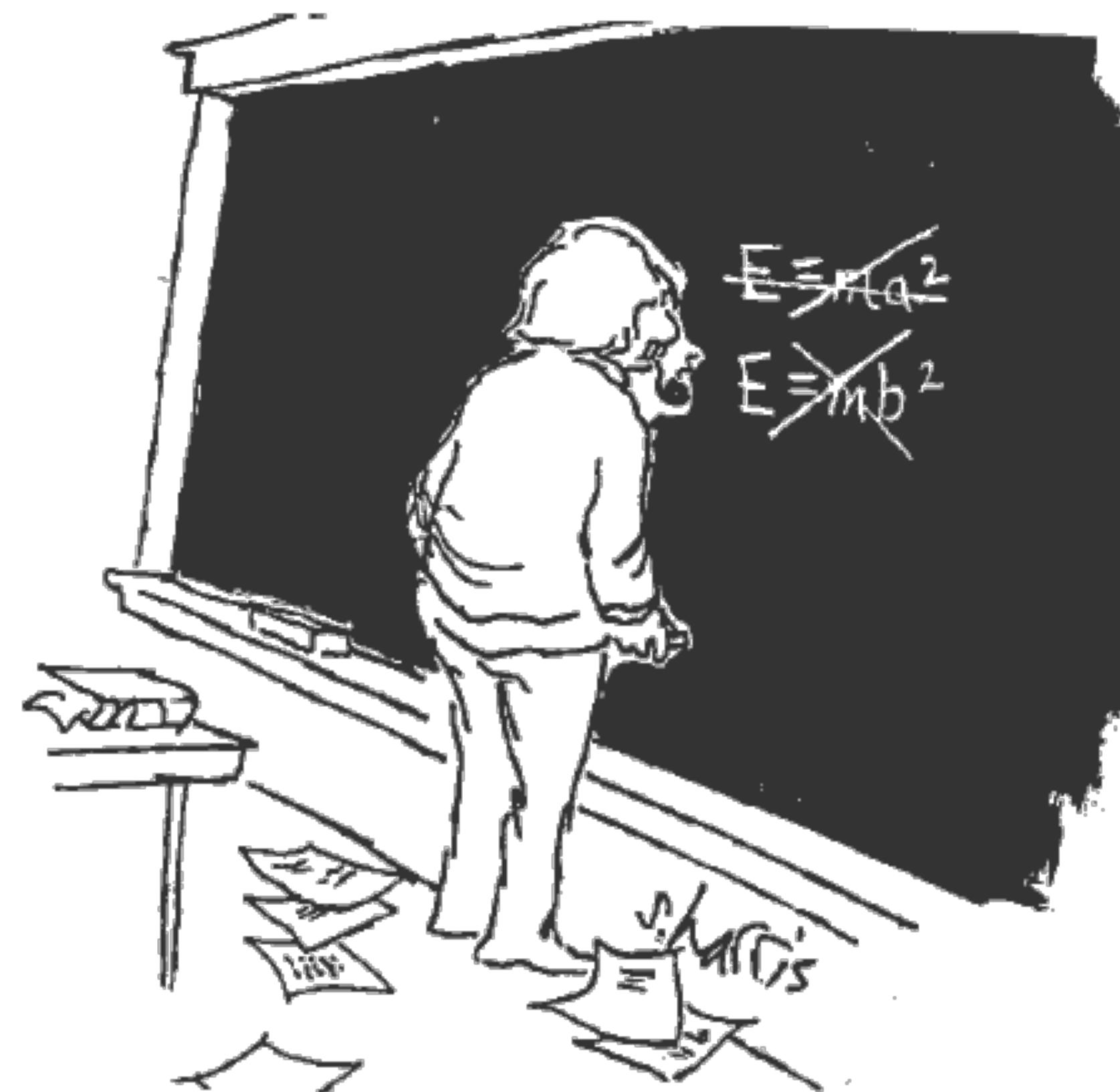
エネルギー

質量×光速×光速

エネルギーは質量と等価である！
質量はエネルギーに変換できる！

世の中からわずかでも質量が失われるならば、
莫大なエネルギーが発生する

最も有名な物理の公式：質量とエネルギーの等価性



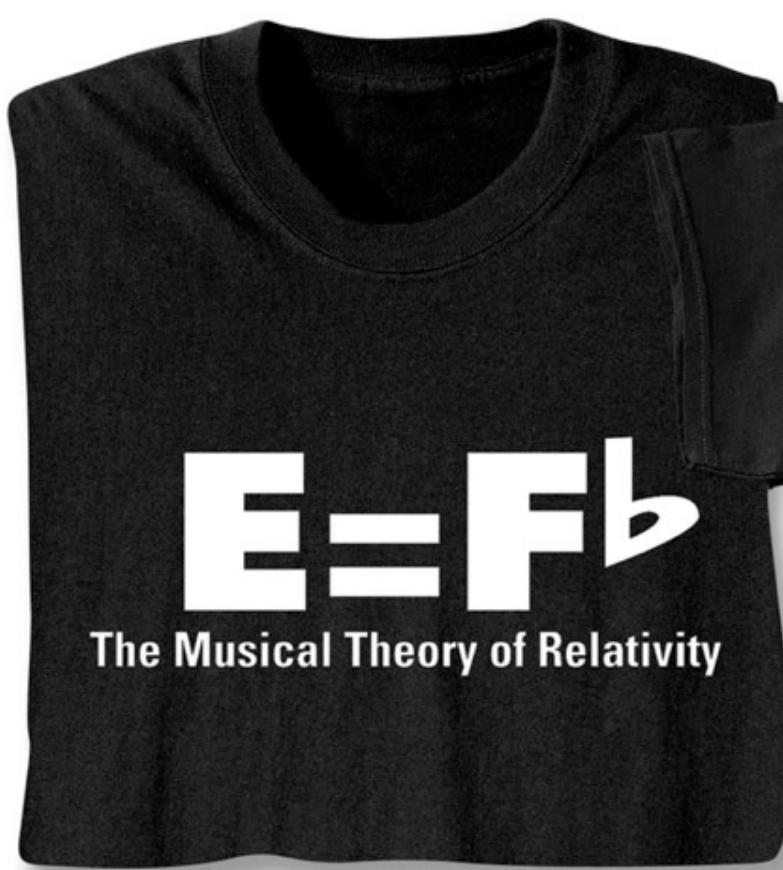
最も有名な物理の公式：質量とエネルギーの等価性



"You think you're pretty
smart, don't you?"



$$E = mc^2$$



最も有名な物理の公式：質量とエネルギーの等価性



……本の中に数式を1つ入れるたびに、売れ行きは半減すると教えてくれた人がいる。そこで、数式はいっさい入れない決心をした。しかし、とうとう一つだけは入れることになってしまった。 Einsteinの有名な式

$$E = mc^2$$

である。この式が私の本の潜在的な読者をおびえさせ、半分に減らさないことを願っている。……

The screenshot shows a web browser window for the NHK Learning website. The URL is <https://www.nhk.jp/p/ts/883N4WZPGQ/>. The page title is "朝までラーニング! - NHK". The main content features a man in a white tank top and headband standing in front of a chalkboard covered in mathematical equations and diagrams related to relativity theory. The equations include $E=mc^2$, $F=ma$, and various coordinate transformations. A yellow speech bubble on the right says "共有". Below the video, there are tabs for "概要", "放送予定", and "過去のエピソード".

この番組について

サンシャイン池崎と一緒に教養ある大人になろう! テーマは、聞いたことあるけどよく知らない「相対性理論」。数式が飛び交う2時間30分。NHKラーニングのショート動画も。

出演
サンシャイン池崎
(お笑い芸人)

出演
真貝寿明
(大阪工業大学 教授)

出演
小池美波(櫻坂46)

<https://www.web.nhk/tv/pl/series-tep-883N4WZPGQ/ep/2W8P531W5Y>

<https://www.nhk.jp/p/ts/883N4WZPGQ/>

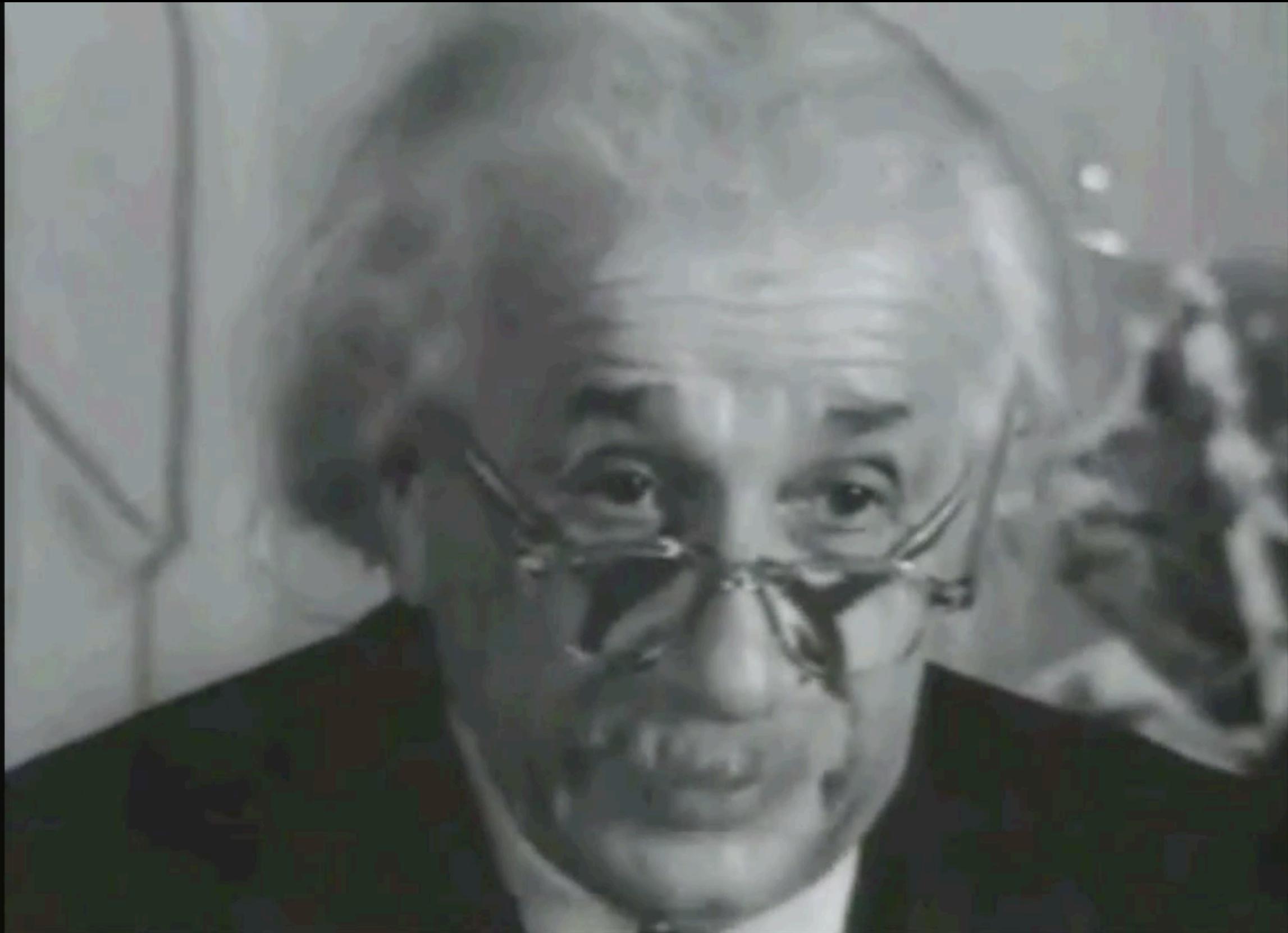


#相対性理論 サンシャイン池崎がひたすら学ぶ謎の深夜番組

初回放送日: 2023年8月27日

「相対性理論をサラッと説明できたらカッコいい!」芸人・サンシャイン池崎さんが100分の大学教授の講義に本気で挑む! 難解な数式も登場! 「一からちゃんと理解したい」そんな大人の知的欲求に応えます。「数式はムリ」という方にはウェブサイト・NHKラーニングのショート動画でわかりやすく解説! 池崎さんの本気の推し、櫻坂46・小池美波さんが内緒で登場! なななな～なななな～ナレーションはジョイマン高木さん。





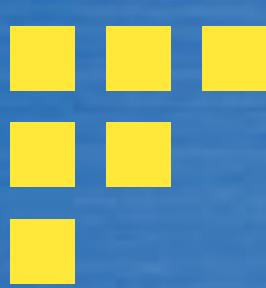
Einstein 自身による $E = mc^2$ の説明

It followed from the special theory of relativity that mass and energy are both but different manifestations of the same thing — a somewhat unfamiliar conception for the average mind.

Furthermore, the equation $E = mc^2$, in which energy is put equal to mass, multiplied by the square of the velocity of light, showed that very small amounts of mass may be converted into a very large amount of energy and vice versa.

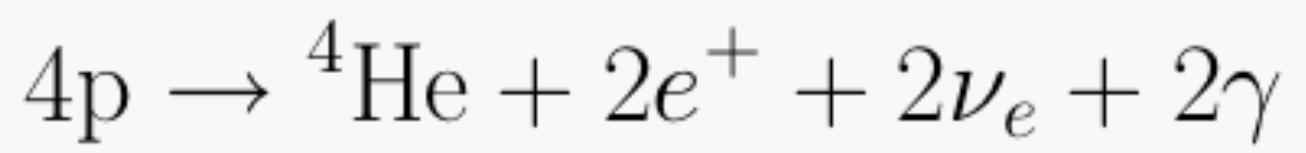
The mass and energy were in fact equivalent, according to the formula mentioned before.

This was demonstrated by Cockcroft and Walton in 1932, experimentally.

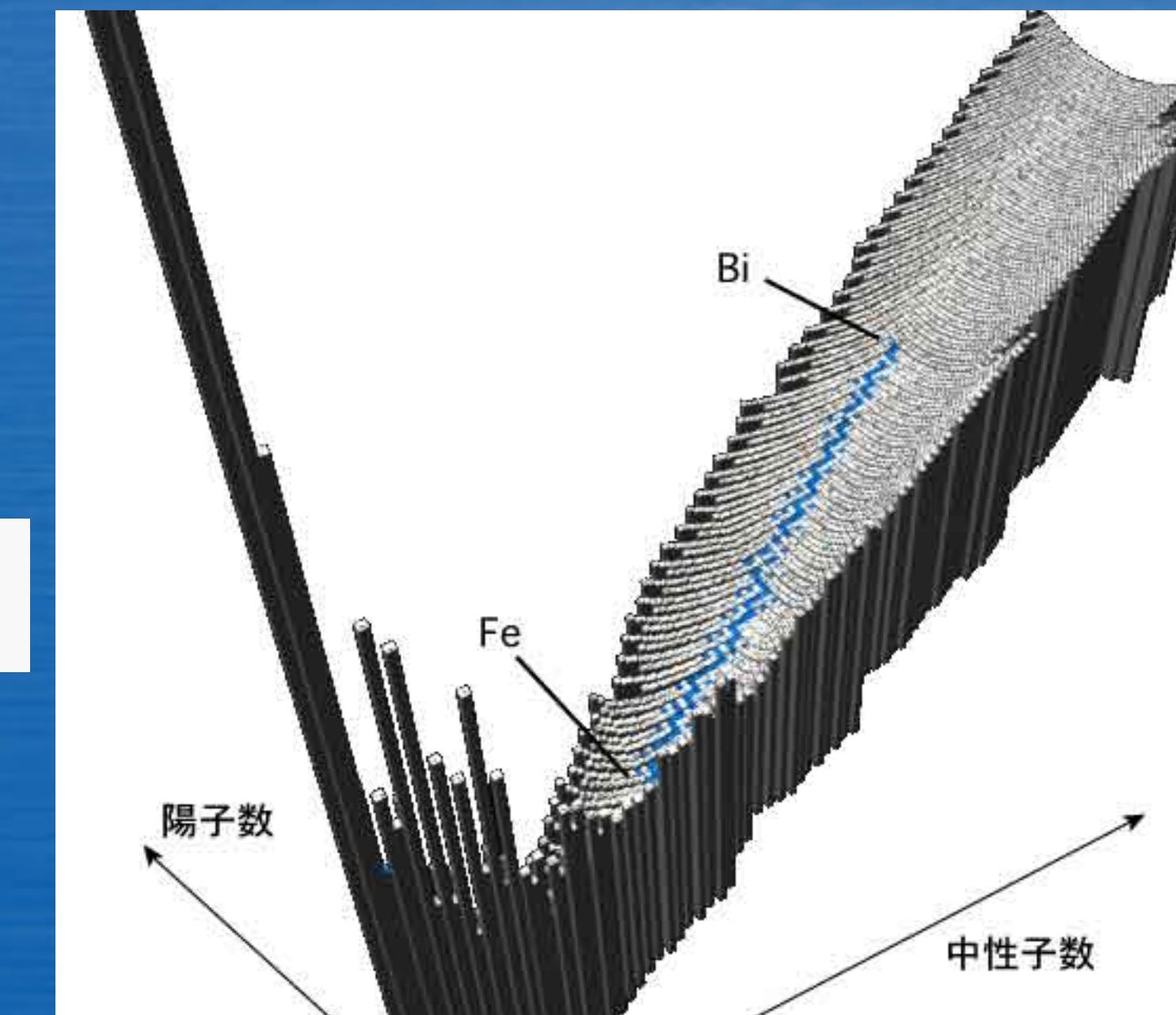
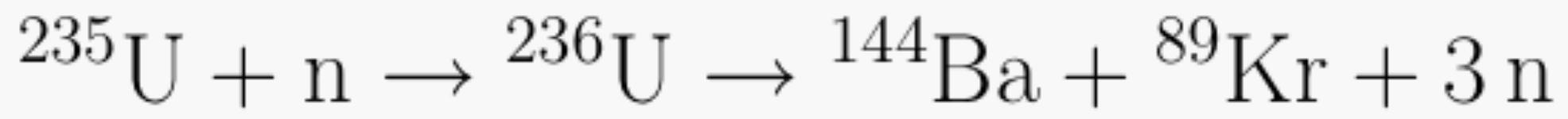


特殊相対性理論 【核反応】

核融合



核分裂



鉄 ${}^{56}\text{Fe}$ の核力が一番安定。
星の中心は、鉄になり、燃え尽きると冷えてゆく。

ウランの崩壊系列

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

<http://www.periodni.com>

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

http://www.periodni.com

GROUP

1 IA 2 IIA 3 IIA 4 IVA 5 VVA 6 VIA 7 VIIA 8 VIIIA

PERIOD

1 H HYDROGEN 2 Li LITHIUM 3 Na SODIUM 4 K POTASSIUM 5 Rb RUBIDIUM 6 Cs CAESIUM 7 Fr FRANCIUM

13 BORON 14 ALUMINUM 15 SILICON 16 PHOSPHORUS 17 SULPHUR 18 CHLORINE 19 NEON

10.079 6.941 9.0122 11.22.990 12.24.305 13.10.811 14.13.26.982 15.14.28.086 16.15.30.974 17.16.32.065 18.17.35.453 19.18.39.948

10.811 10.811 10.811 10.811 10.811 10.811 10.811 10.811 10.811 10.811 10.811 10.811

SYMBOL

BORON

ELEMENT NAME

STANDARD STATE (25 °C, 101 kPa)

Ne - gas Fe - solid
Hg - liquid Tc - synthetic

Metals: Alkali metal, Alkaline earth metal, Transition metals, Lanthanide, Actinide.

Nonmetals: Chalcogens element, Halogens element, Noble gas.

Others: Semimetal.

Copyright © 2012 Eni Generalic

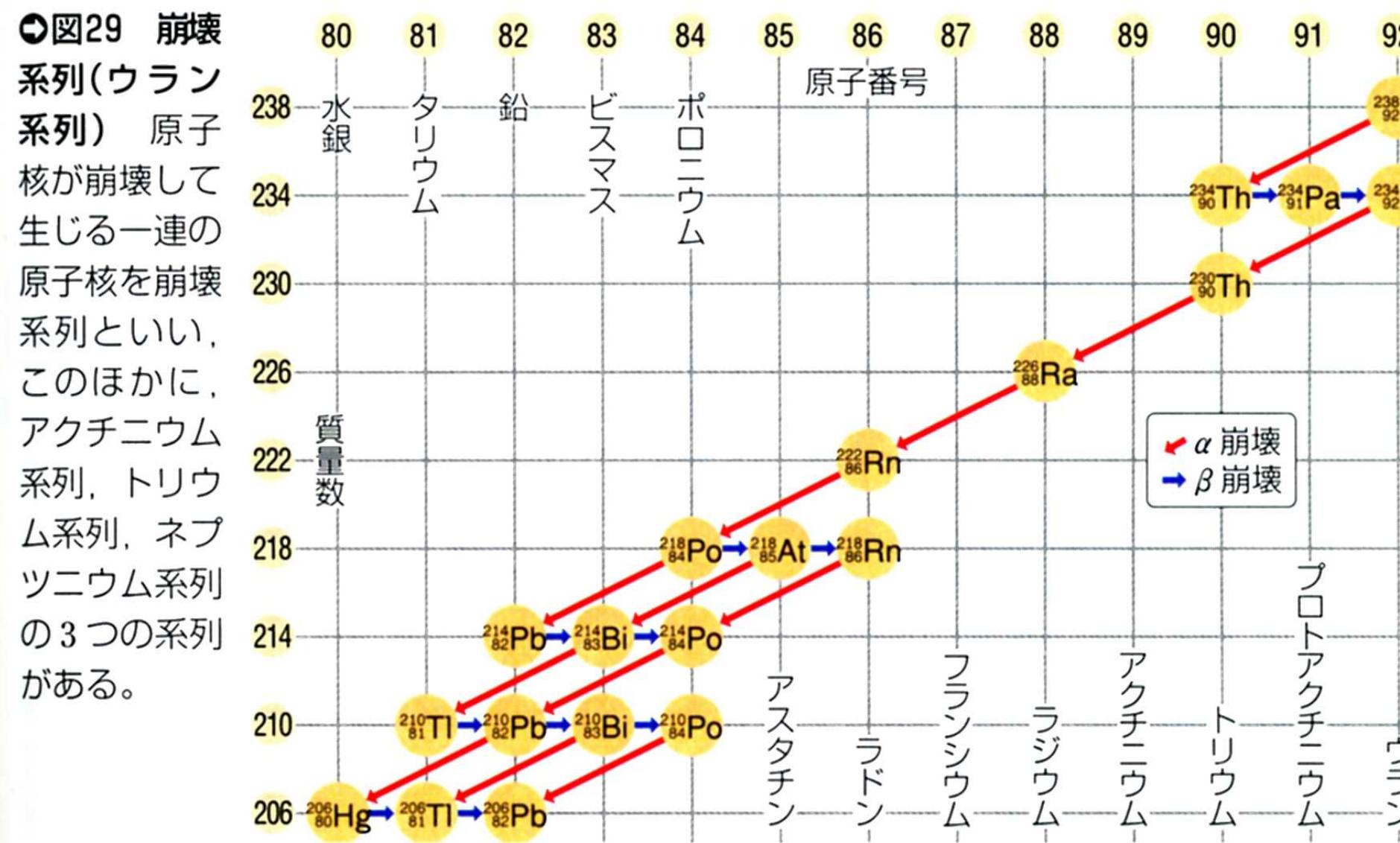
(1) Pure Appl. Chem., 81, No. 11, 2131-2156 (2009)
Relative atomic masses are expressed with five significant figures. For elements that have no stable nuclides, the value enclosed in brackets indicates the mass number of the longest-lived isotope of the element. However three such elements (Th, Pa and U) do have a characteristic terrestrial isotopic composition, and for these an atomic weight is tabulated.

LANTHANIDE

57 La LANTHANUM 58 Ce CERIUM 59 Pr PRASEODYMIUM 60 Nd NEODYMIUM 61 Pm PROMETHIUM 62 Sm SAMARIUM 63 Eu EUROPIUM 64 Gd GADOLINIUM 65 Tb TERBIUM 66 Dy DYSPROSIUM 67 Ho HOLMIUM 68 Er ERBIUM 69 Tm THULIUM 70 Yb YTTERBIUM 71 Lu LUTETIUM

ACTINIDE

89 Ac ACTINIUM 90 Th THORIUM 91 Pa PROTACTINIUM 92 U URANIUM 93 Np NEPTUNIUM 94 Pu PLUTONIUM 95 Am AMERICIUM 96 Cm CURIUM 97 Bk BERKELIUM 98 Cf CALIFORNIUM 99 Es EINSTEINIUM 100 Fm FERMIIUM 101 Md MENDELEIUM 102 No NOBELIUM 103 Lr LAWRENCIUM



[14-1] 電場(電界)と磁場(磁界)は相互に作用する。

ファラデーの[(a)]の法則によれば, コイル内の[(b)]の数が変化すると, コイルに起電力が発生する。コイル内の[(b)]の数が増えると, コイルは[(c)]の向きに起電力を発生する。この原理を利用したものに, [(d)]がある。

[14-2]

不安定な同位体は, 崩壊して別の原子になる。もとの量が半分になる時間を半減期という。Cs137(セシウム)の半減期は30年である。ある時間から $1/8$ の量になるまでは何年か。

[14-3] 通信欄。

(あと1回。講義で取り上げて欲しい疑問・要望・連絡事項など、何かあれば)

Muses授業アンケート
お願いします。