

平成 27 年 (2015 年) 度「宮水学園」マスター講座〈前期〉

日常は物理で満ちている —こんなところに自然法則—



真貝寿明

- | | | |
|--------|----------|---------------------|
| 第 8 回 | 8 月 21 日 | 電気製品の物理—IC カードに寿命なし |
| 第 9 回 | 9 月 4 日 | 原子核の物理—核融合と核分裂の果て |
| 第 10 回 | 9 月 18 日 | タイムマシンの物理—相対性理論入門 |



日常の「なぜ」に答える物理学

日常の 「なぜ」に 答える物理学

Physics answers to "why?" in your daily life

真貝寿明 著

Hisaaki Shinkai

真貝寿明 著



1561

森北出版株式会社

2015年10月6日発売

272ページ, 図版400点以上, 2200円+税

真貝寿明 (しんかいひさあき)
一九六六年東京都生まれ。大阪工業大学情報科学部教授、早稲田大学理工学部物理学科卒業、同大学院博士課程修了。博士(理学)。早稲田大学助手、ワシントン大学(米国セントルイス)博士研究員、ペンシルバニア州立大学客員研究員(日本学術振興会海外特別研究員)、理化学研究所基礎科学特別研究員などを経て現職。著書に『徹底攻略微分積分』『徹底攻略常微分方程式』『徹底攻略確率統計』(以上、共立出版)、『図解雑学タイムマシンと時空の科学』(ナツメ社)、『日常の「なぜ」に答える物理学』(森北出版)などがある。



9784334038779



1920242009007

ISBN978-4-334-03877-9

C0242 ¥900E

定価(本体900円+税)

ブラックホール・膨張宇宙・重力波 真貝寿明



光文社新書

774

ブラックホール・
膨張宇宙・重力波
一般相対性理論の100年と展開



真貝寿明

光文社新書

774

2015年は、アルベルト・アインシュタインが一般相対性理論を創り上げてから、ちょうど100年にあたる。一般相対性理論は20世紀の物理学を一変させたが、この理論が描く世界は、アインシュタイン自身の想像を超えるほど奇妙なものだった。
本書では、誕生から今日までの100年の間に、一般相対性理論がどのように理解されてきたのかを俯瞰すると同時に、ブラックホール(膨張宇宙)・重力波という、アインシュタイン自身が一度は拒否反応を示したものの、現在では研究の主流となっている3つのトピックを概観。現代物理学の知見は私たちに何をもたらすのか――最新の研究成果を交えて探る。

2015年9月16日発売

344ページ、図版54点、900円+税

9 原子核の物理 核融合と核分裂の果て

原子力 = 「人類の夢の産物」
と言われた時代もあった。

- 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)



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。

9.1 原子核と放射線 — 放射性崩壊と半減期

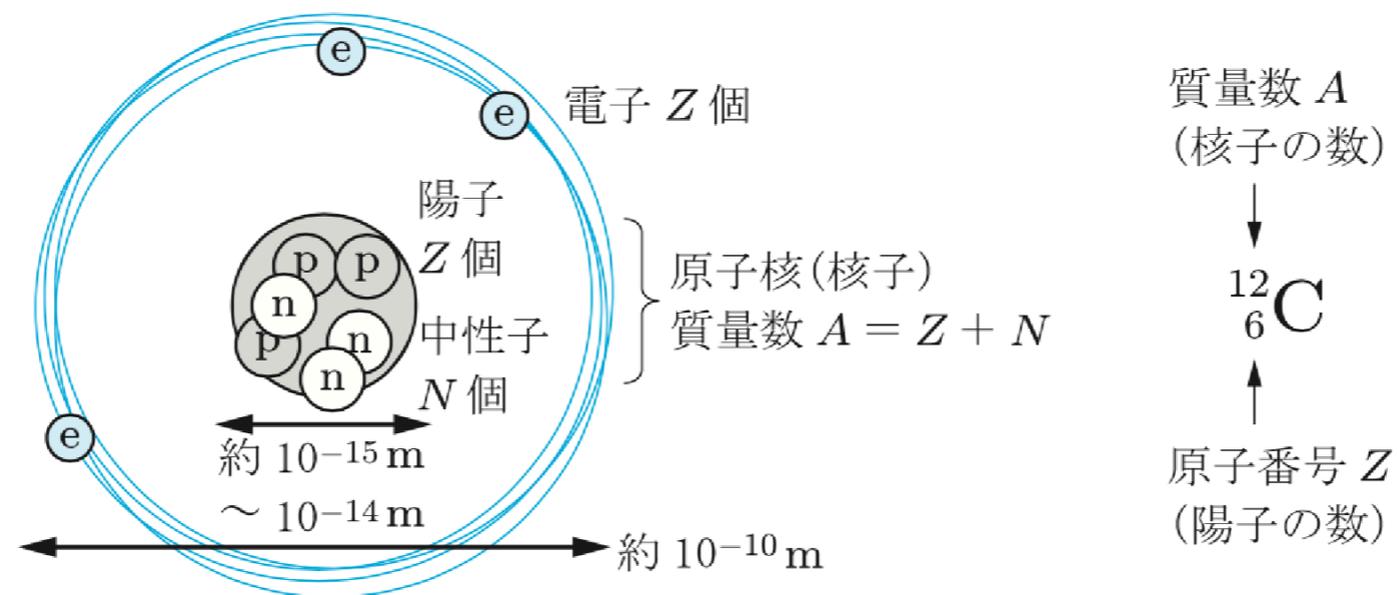
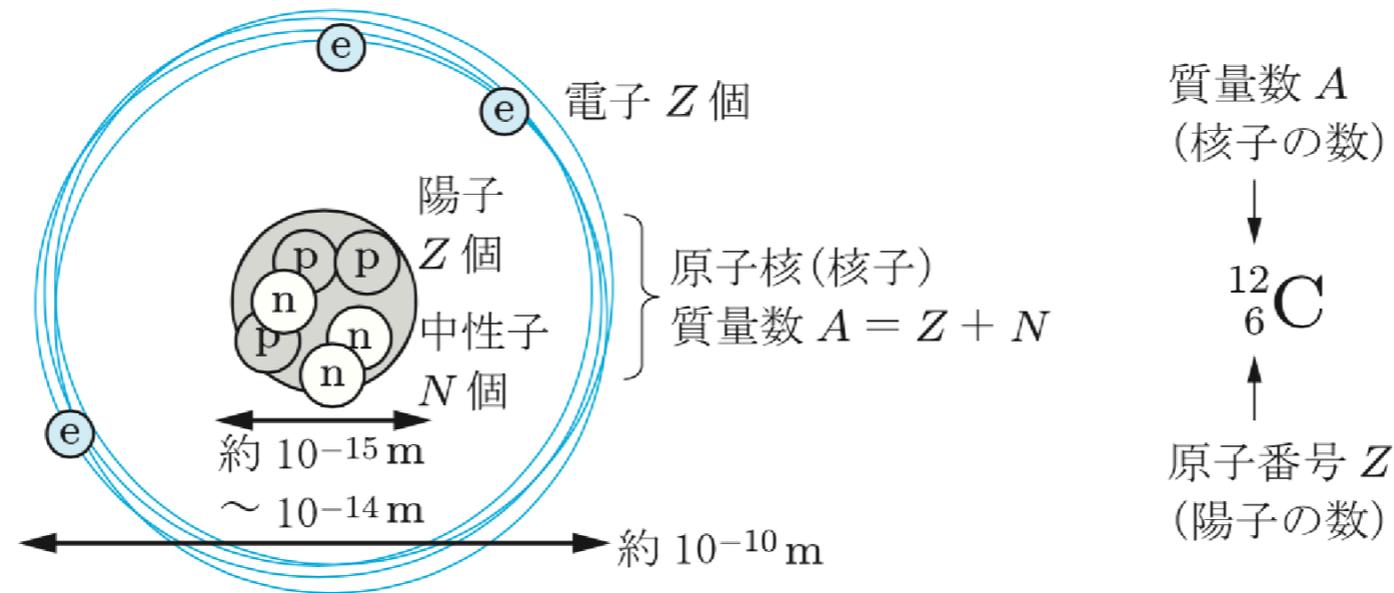


表 2: 電子, 陽子, 中性子のデータ.

記号			電気量	質量 [kg]	質量 [u]	質量比
電子	e	electron	$-e$	$9.10938188 \times 10^{-31}$ kg	1/1823 u	1
陽子	p	proton	$+e$	$1.67262158 \times 10^{-27}$ kg	1.00728 u	1836.15
中性子	n	neutron	0	$1.67492735 \times 10^{-27}$ kg	1.00866 u	1838.68

9.1 原子核と放射線 — 放射性崩壊と半減期



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、

$${}^A_Z X = \begin{array}{l} \text{質量数} \\ \text{原子番号} \end{array} \text{元素記号} \quad (7.1.1)$$

のように表す。

水素は ${}^1_1\text{H}$ ，ヘリウムは ${}^4_2\text{He}$ ，中性子は ${}^1_0\text{n}$ 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)

Period	1	1A																	18	VIII A		
	1	1s	1	2											13	14	15	16	17	2		
			H	He											B	C	N	O	F	Ne		
			水素 hydrogen 1.008	ヘリウム helium 4.003											ホウ素 boron 10.81	炭素 carbon 12.01	窒素 nitrogen 14.01	酸素 oxygen 16.00	フッ素 fluorine 19.00	ネオン neon 20.18		
			↑ 非金属元素	↓ 金属元素											→ 非金属元素						↓ 金属元素	
			2	3	4											5	6	7	8	9	10	
			Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
		リチウム lithium 6.941	ベリリウム beryllium 9.012											ホウ素 boron 10.81	炭素 carbon 12.01	窒素 nitrogen 14.01	酸素 oxygen 16.00	フッ素 fluorine 19.00	ネオン neon 20.18			
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12											
		Na	Mg	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	VIII B	IB	II B										
		ナトリウム sodium 22.99	マグネシウム magnesium 24.31													Al	Si	P	S	Cl	Ar	
		↑ 非金属元素	↓ 金属元素													→ 非金属元素						↓ 金属元素
		4	5	6	7	8	9	10	11	12												
		K	Ca	3d	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn								
		カリウム potassium 39.10	カルシウム calcium 40.08	スカンジウム scandium 44.96	チタン titanium 47.87	バナジウム vanadium 50.94	クロム chromium 52.00	マンガン manganese 54.94	鉄 iron 55.85	コバルト cobalt 58.93	ニッケル nickel 58.69	銅 copper 63.55	亜鉛 zinc 65.41									
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18							
		Rb	Sr	4d	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	4p	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
		ルビジウム rubidium 85.47	ストロンチウム strontium 87.62	イットリウム yttrium 88.91	ジルコニウム zirconium 91.22	ニオブ niobium 92.91	モリブデン molybdenum 95.94	テクネチウム technetium 98	ルテニウム ruthenium 101.1	ロジウム rhodium 102.9	パラジウム palladium 106.4	銀 silver 107.9	カドミウム cadmium 112.4	ガリウム gallium 69.72	ゲルマニウム germanium 72.64	ヒ素 arsenic 74.92	セレン selenium 78.96	臭素 bromine 79.90	クリプトン krypton 83.80			
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18								
		Cs	Ba	† 5d	57-71	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	6p	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
		セシウム cesium 132.9	バリウム barium 137.3	ランタノイド lanthanides	ハフニウム hafnium 178.5	タンタル tantalum 180.9	タングステン tungsten 183.8	レニウム rhenium 186.2	オスmium osmium 190.2	イリジウム iridium 192.2	白金 platinum 195.1	金 gold 197.0	水銀 mercury 200.6	タリウム thallium 204.4	鉛 lead 207.2	ビスマス bismuth 209.0	ポロニウム polonium 209	アスタチン astatine 210	ラドン radon 222			
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
		Fr	Ra	‡ 6d	89-103	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	7p	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo	
		フランシウム francium 223	ラジウム radium 226	アクチノイド actinides	ラザホージウム rutherfordium 261	ドブニウム dubnium 262	シーボーギウム seaborgium 266	ボーリウム bohrium 264	ハッシウム hassium 277	マイトネリウム meitnerium 268	ダームスタチウム darmstadtium 281	レントゲニウム roentgenium 272	コペルニシウム copernicium 285	ウンウントリウム ununtrium 284	フレロビウム flerovium 289	ウンウンペンテウム ununpentium 288	リバモリウム livermorium 292	ウンウンセプテウム ununseptium 293	ウンウンオクテウム ununoctium 294			

原子番号 → 29 ← 通常できるイオンの価数
 元素記号 → Cu ← 元素記号が灰色のものは人工合成された元素
 元素名(日本語) → 銅
 元素名(英語) → copper
 ← 原子量

 常温で気体 単体は半導体
 常温で液体 単体は強磁性体 放射性同位体のみからなる元素

lanthanides
(rare earth metals)

actinides

† 4f	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
	ランタン lanthanum 138.9	セリウム cerium 140.1	プラセオジウム praseodymium 140.9	ネオジウム neodymium 144.2	プロメチウム promethium 145	サマリウム samarium 150.4	ユウロビウム europium 152.0	ガドリニウム gadolinium 157.3	テルビウム terbium 158.9	ジスプロシウム dysprosium 162.5	ホルミウム holmium 164.9	エルビウム erbium 167.3	ツリウム thulium 168.9	イッテルビウム ytterbium 173.0	ルテチウム lutetium 175.0
‡ 5f	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
	アクチニウム actinium 227	トリウム thorium 232.0	プロトアクチニウム protactinium 231.0	ウラン uranium 238.0	ネプツニウム neptunium 237	プルトニウム plutonium 239	アメリシウム americium 243	キュリウム curium 247	バーケリウム berkelium 247	カリホルニウム californium 251	アインスタイニウム einsteinium 252	フェルミウム fermium 257	メンデレビウム mendelevium 258	ノーベリウム nobelium 259	ローレンシウム lawrencium 262

周期表 (periodic table)

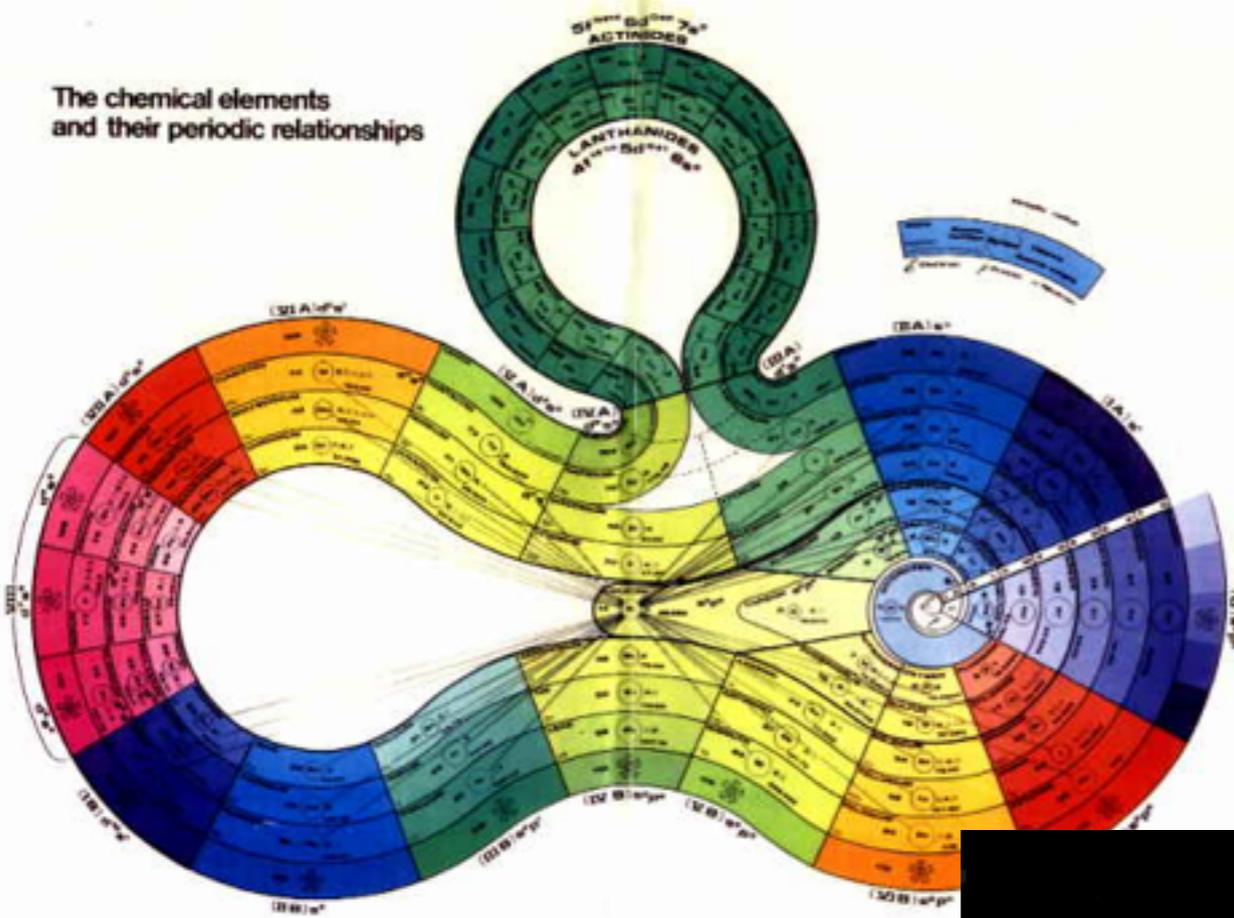
										<p>Atomic Weight 1.00794 Density 0.0899 g/l Melting Point -259.14 °C Boiling Point -252.87 °C</p> <p>By weight, 75% of the visible universe is hydrogen, a colorless gas. In space, vast quantities interact with starlight to create spectacular sights such as the Eagle Nebula (seen by the Hubble Space Telescope).</p>																																		
H 1																				He 2																								
Li 3	Be 4																			B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10																			
Na 11	Mg 12																			Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18																			
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36																											
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54																											
Cs 55	Ba 56																			Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86										
Fr 87	Ra 88																			Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Uut 113	Uuq 114	Uup 115	Uuh 116	Uus 117	Uuo 118										
																			La 57	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71											
																			Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92	Np 93	Pu 94	Am 95	Cm 96	Bk 97	Cf 98	Es 99	Fm 100	Md 101	No 102	Lr 103											

周期表 (periodic table)

¹ H																	² He
氢																	氦
³ Li	⁴ Be											⁵ B	⁶ C	⁷ N	⁸ O	⁹ F	¹⁰ Ne
锂	铍											硼	碳	氮	氧	氟	氖
¹¹ Na	¹² Mg											¹³ Al	¹⁴ Si	¹⁵ P	¹⁶ S	¹⁷ Cl	¹⁸ Ar
钠	镁											铝	硅	磷	硫	氯	氩
¹⁹ K	²⁰ Ca	²¹ Sc	²² Ti	²³ V	²⁴ Cr	²⁵ Mn	²⁶ Fe	²⁷ Co	²⁸ Ni	²⁹ Cu	³⁰ Zn	³¹ Ga	³² Ge	³³ As	³⁴ Se	³⁵ Br	³⁶ Kr
钾	钙	钪	钛	钒	铬	锰	铁	钴	镍	铜	锌	镓	锗	砷	硒	溴	氪
³⁷ Rb	³⁸ Sr	³⁹ Y	⁴⁰ Zr	⁴¹ Nb	⁴² Mo	⁴³ Tc	⁴⁴ Ru	⁴⁵ Rh	⁴⁶ Pd	⁴⁷ Ag	⁴⁸ Cd	⁴⁹ In	⁵⁰ Sn	⁵¹ Sb	⁵² Te	⁵³ I	⁵⁴ Xe
铷	锶	钇	锆	铌	钼	锝	钌	铑	钯	银	镉	铟	锡	锑	碲	碘	氙
⁵⁵ Cs	⁵⁶ Ba	lanthanoid	⁷² Hf	⁷³ Ta	⁷⁴ W	⁷⁵ Re	⁷⁶ Os	⁷⁷ Ir	⁷⁸ Pt	⁷⁹ Au	⁸⁰ Hg	⁸¹ Tl	⁸² Pb	⁸³ Bi	⁸⁴ Po	⁸⁵ At	⁸⁶ Rn
铯	钡		铪	钽	钨	铼	锇	铱	铂	金	汞	铊	铅	铋	钋	砹	氡
⁸⁷ Fr	⁸⁸ Ra	actinoid	¹⁰⁴ Rf	¹⁰⁵ Db	¹⁰⁶ Sg	¹⁰⁷ Bh	¹⁰⁸ Hs	¹⁰⁹ Mt	¹¹⁰ Uun	¹¹¹ Uuu	¹¹² Uub		¹¹⁴ Uuq		¹¹⁶ Uuh		
钫	镭		钆	铈	镨	铀	镎	钚	镅	-	-	-		-		-	

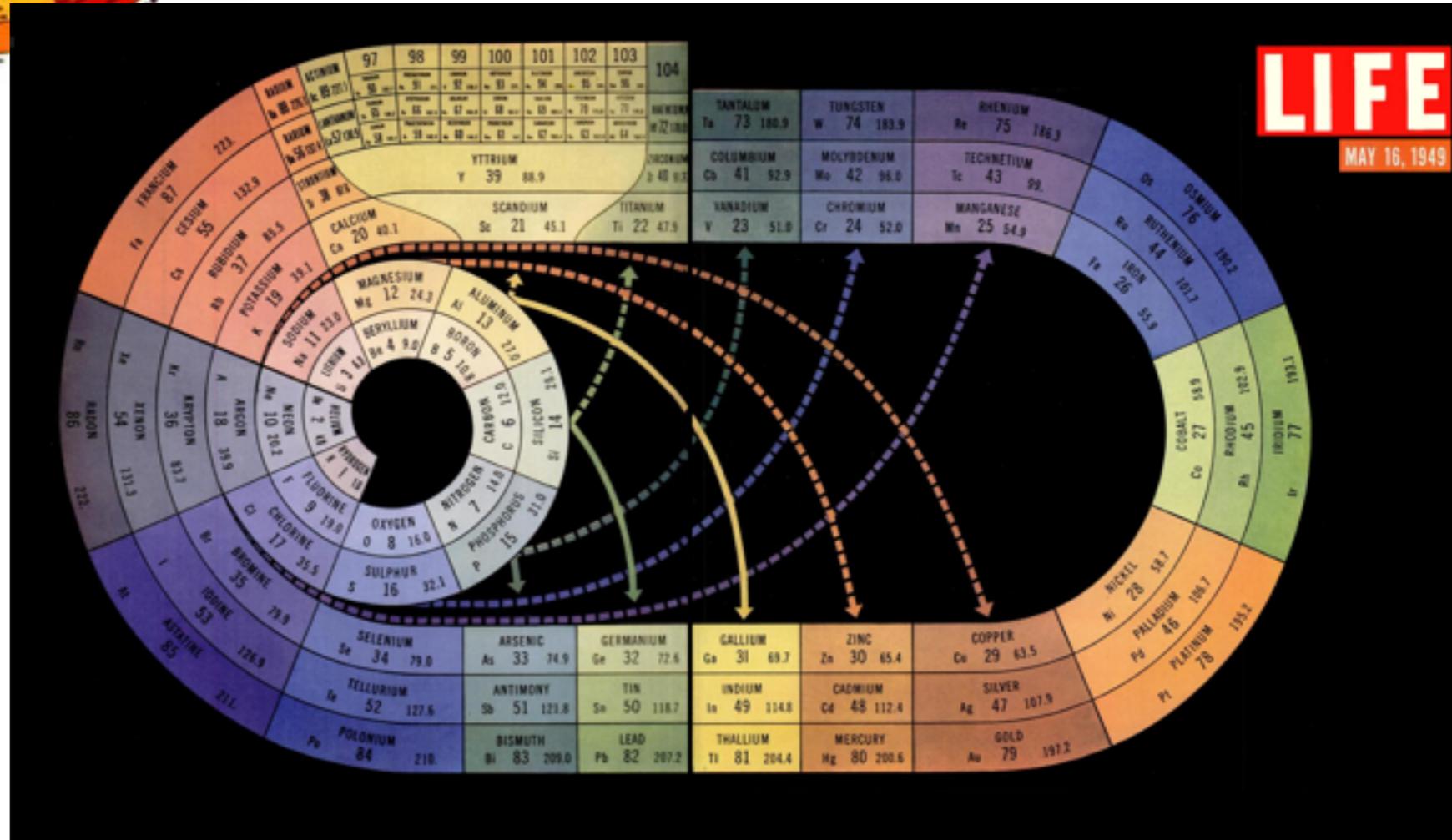
lanthanoid	⁵⁷ La	⁵⁸ Ce	⁵⁹ Pr	⁶⁰ Nd	⁶¹ Pm	⁶² Sm	⁶³ Eu	⁶⁴ Gd	⁶⁵ Tb	⁶⁶ Dy	⁶⁷ Ho	⁶⁸ Er	⁶⁹ Tm	⁷⁰ Yb	⁷¹ Lu
	镧	铈	镨	钕	钷	钐	铕	钆	铽	镱	铥	铒	铥	镱	镱
actinoid	⁸⁹ Ac	⁹⁰ Th	⁹¹ Pa	⁹² U	⁹³ Np	⁹⁴ Pu	⁹⁵ Am	⁹⁶ Cm	⁹⁷ Bk	⁹⁸ Cf	⁹⁹ Es	¹⁰⁰ Fm	¹⁰¹ Md	¹⁰² No	¹⁰³ Lr
	锕	钍	镤	铀	镎	钚	镅	锔	锫	锿	镄	镆	镎	镎	铹

周期表 (periodic table)

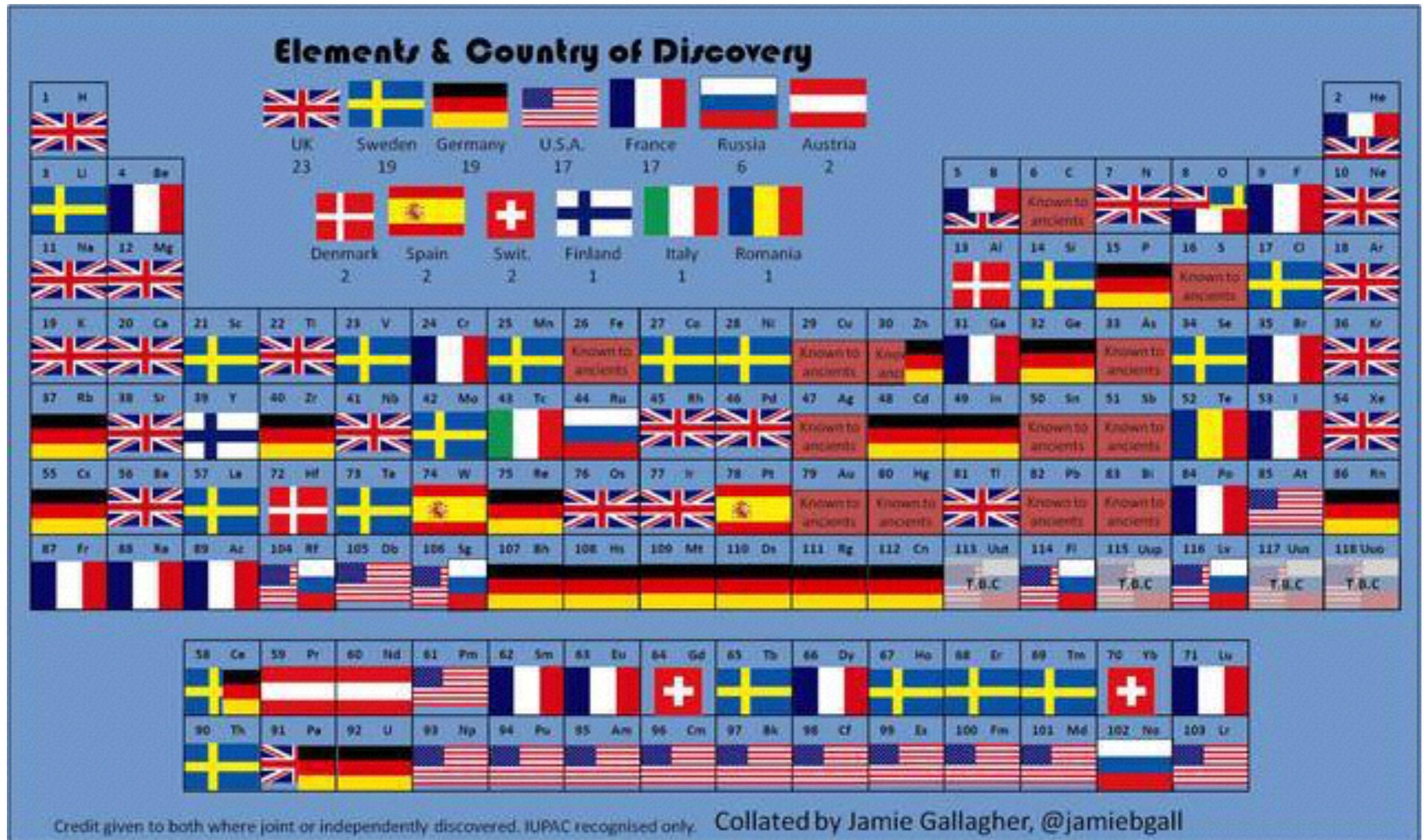


<http://users.erols.com/iri/show49.html>

<http://img.gawkerassets.com/img/18pdj3j02ehfwpng/original.png>



周期表 (periodic table)



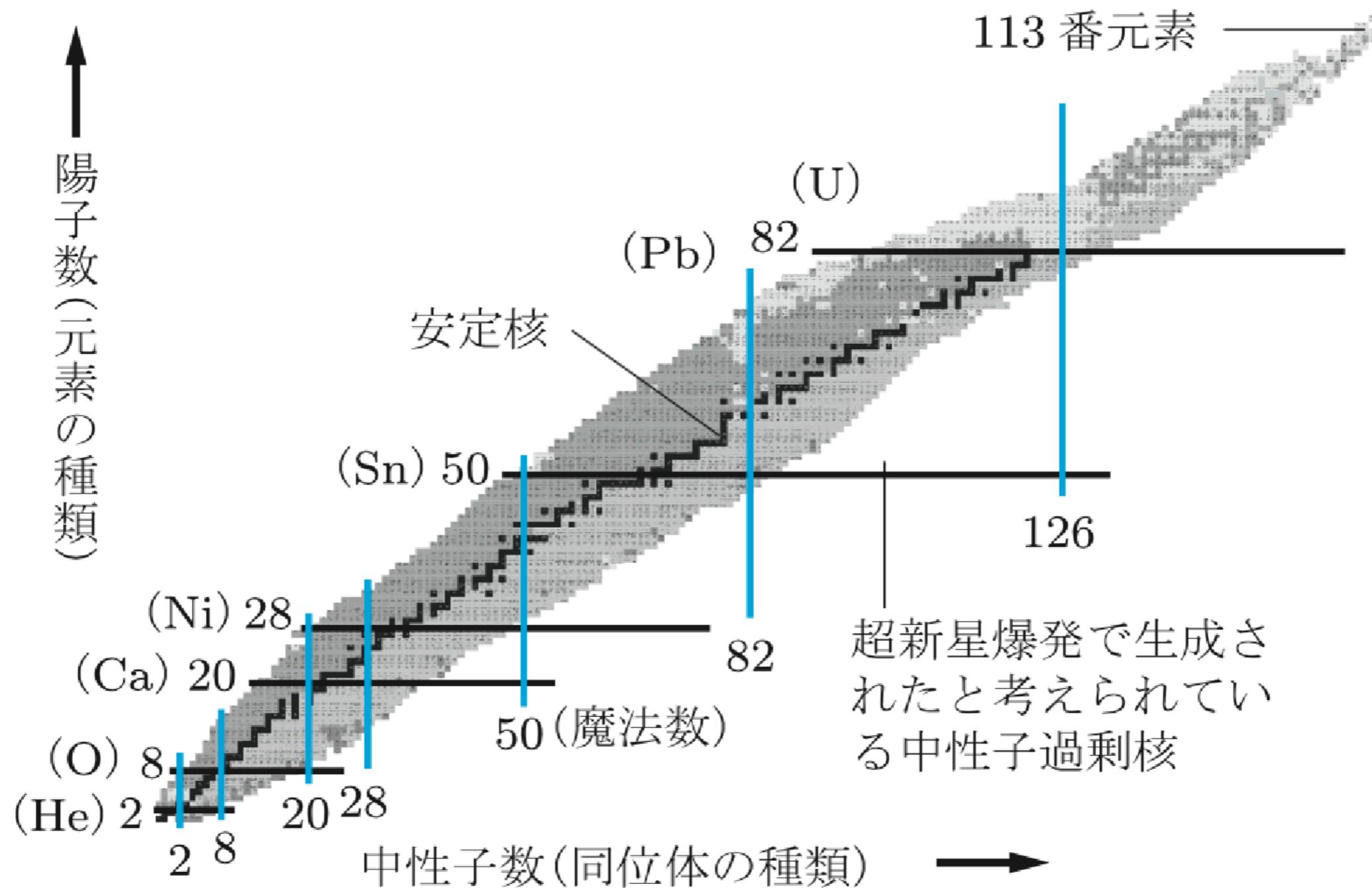
周期表 (periodic table)

The image shows a stylized, curved periodic table of elements. The elements are arranged in rows and columns, with the f-block (lanthanides and actinides) shown as a separate block at the bottom left. The table is color-coded, with a gradient from blue on the left to red on the right. The elements are labeled with their chemical symbols, including H, He, Li, Be, B, C, N, O, F, Ne, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ar, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, and Lr.

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，安定なものとは不安定で他のものに崩壊してゆくものがある．

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

核図表



原子核の崩壊と放射線

自然界には、ウラン ${}_{92}\text{U}$ や ラジウム ${}_{88}\text{Ra}$ 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、別の原子核に変化していく。この現象を放射性崩壊という。

放射線・放射能

放射線は物質を透過する力を持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）や X 線（波長の短い不可視な電磁波）などと呼ばれ、それぞれ透過力や磁場中での進み方が異なる。

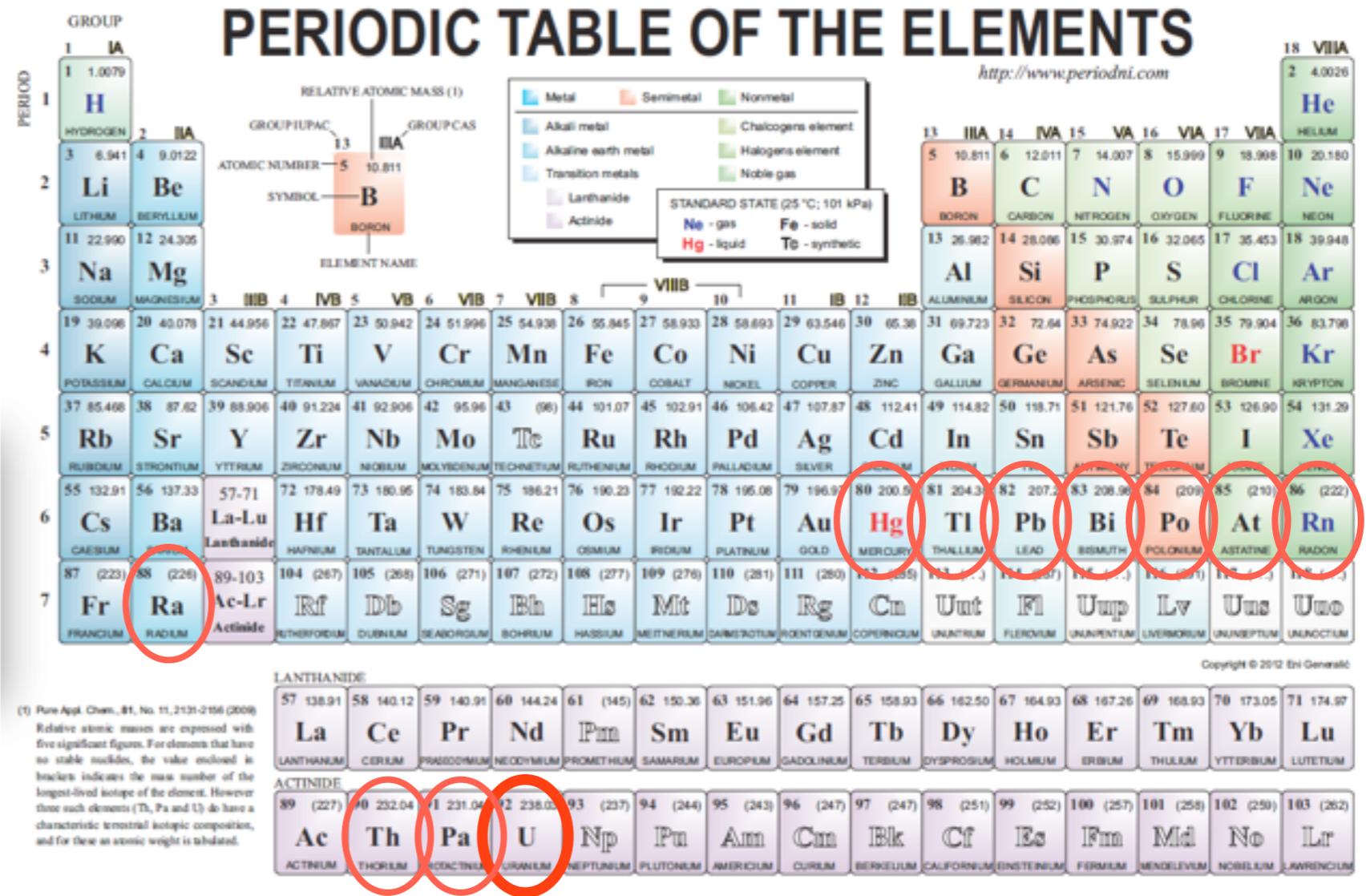
放射線を出す性質のことを放射能といい、この能力をもった物質のことを放射性物質という。放射能をもつ同位体を放射性同位体という。

原子番号 元素記号	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np
元素名	タリウム	鉛	ビスマス	ポロニウム	アスタチン	ラドン	フランシウム	ラジウム	アクチニウム	トリウム	プルトアクチニウム	ウラン	ネプツニウム
質	238											4.51 $\times 10^9$ y	
	234									24.10 d	1.175m ~ 6,66h	2.48 $\times 10^5$ y	
量	230									8.0 $\times 10^4$ y			
	226							1622 y					
数	222					3.825 d							
	218				3.05 m	2.0 d	35 ms						
	214		26.8 m	19.7 m	0.164 ms								
	210	1.32 m	19.4 y	5.00 d	138.40 d								
	206	4.20 m	安定										

α 崩壊

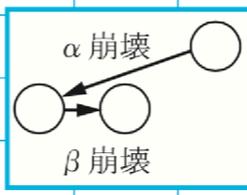
β 崩壊

ウランの崩壊系列



(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.

原子番号 元素記号	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np
元素名	タリウム	鉛	ビスマス	ポロニウム	アスタチン	ラドン	フランシウム	ラジウム	アクチニウム	トリウム	プルトアクチニウム	ウラン	ネプツニウム
質 量 数	238											4.51 × 10 ⁹ y	
	234									24.10 d	1.175m	2.48 × 10 ⁵ y	
	230									8.0 × 10 ⁴ y			
	226							1622 y					
	222							3.825 d					
	218							3.05 m	2.0 d				
	214		26.8 m	19.7 m	0.164 ms								
	210	1.32 m	19.4 y	5.00 d	138.40 d								
206	4.20 m	安定											



Click 3 times

放射線（ α 線, β 線, γ 線）

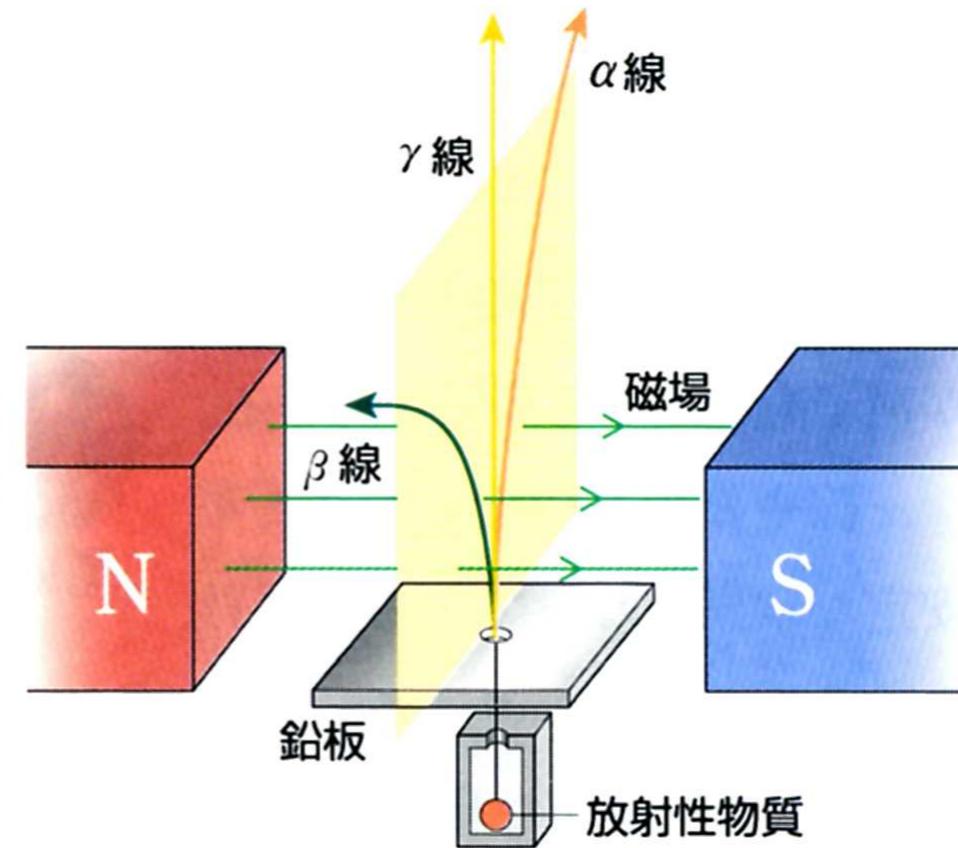
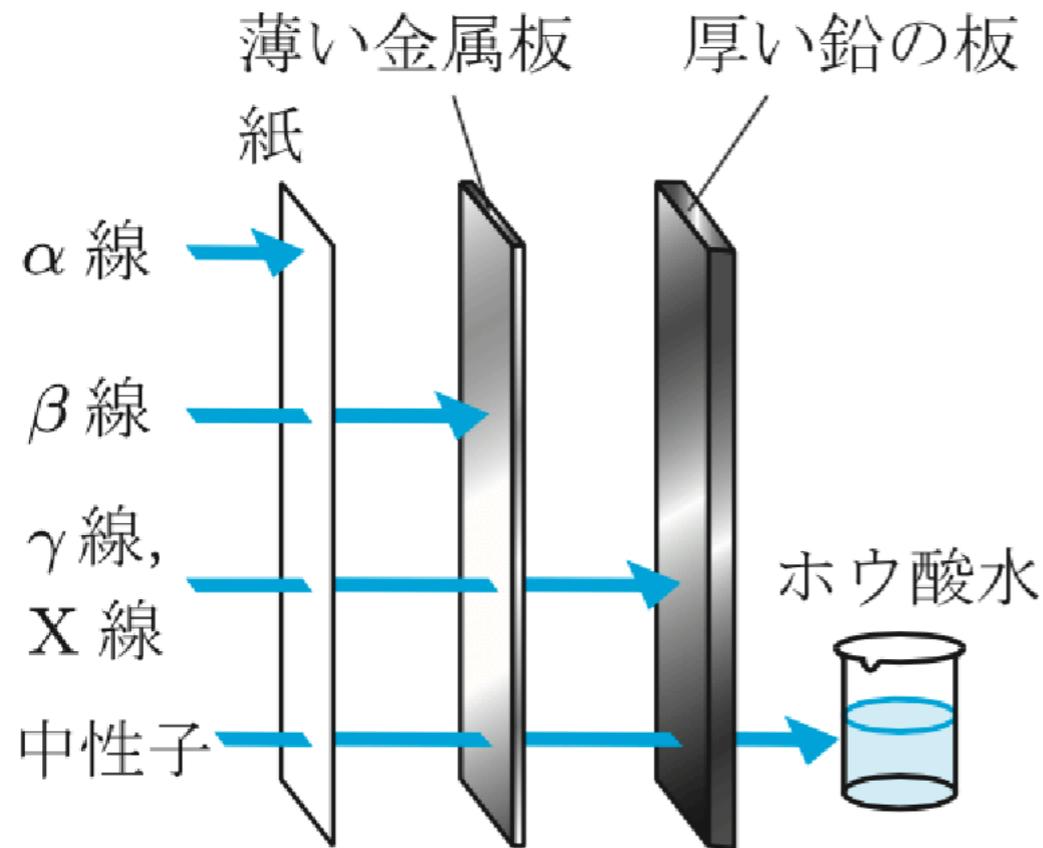
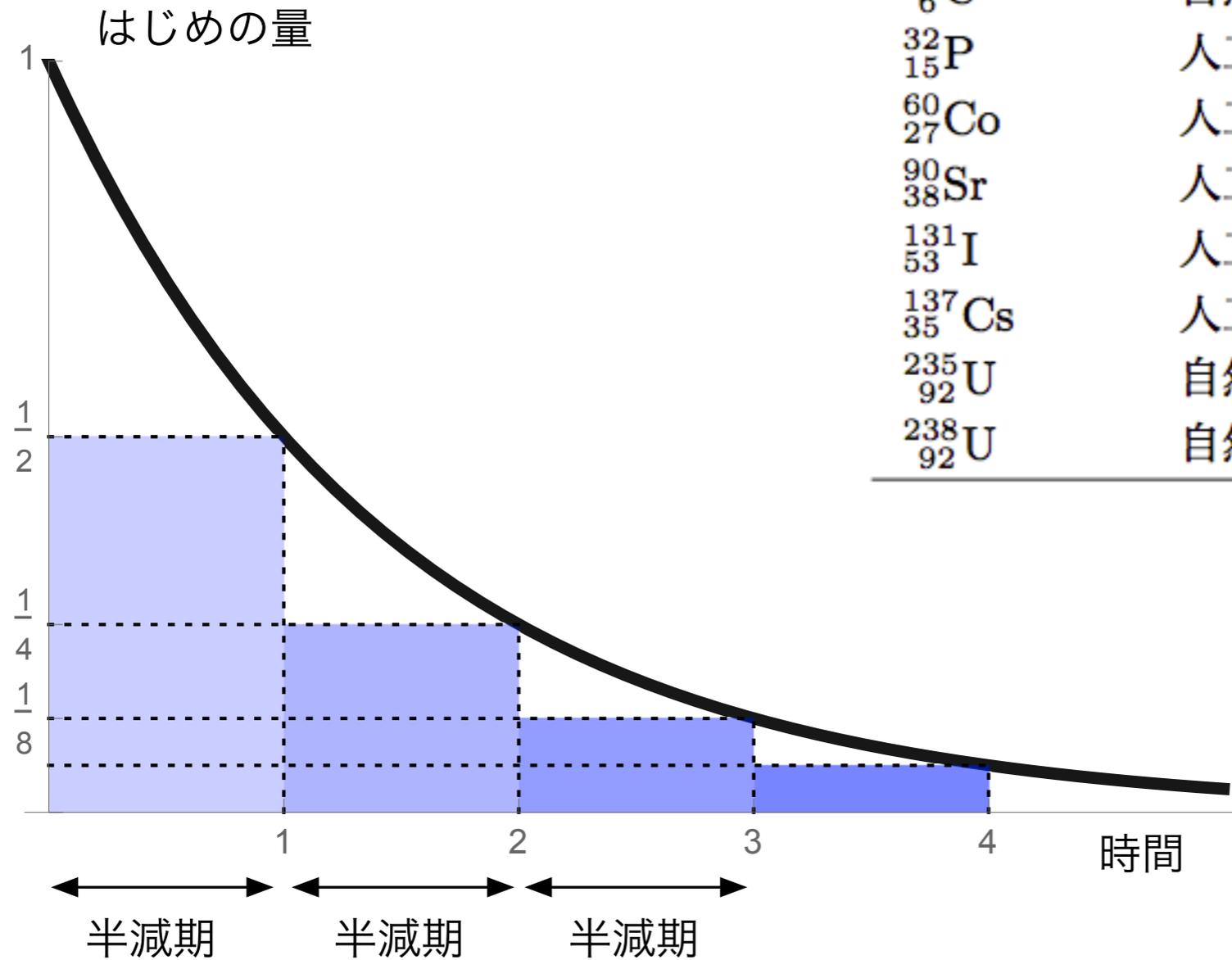


図8 磁場中での放射線

実教出版「物理II」

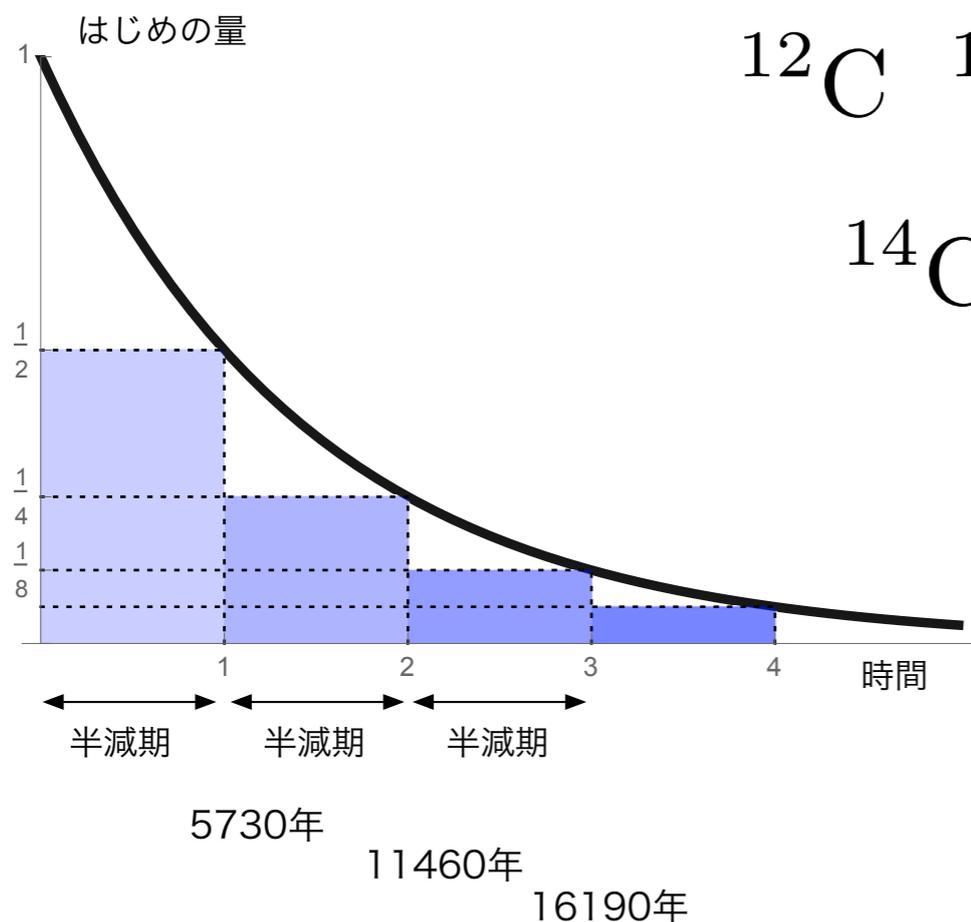
1898年頃、ラザフォードは、ウランやトリウムなどの天然の放射性物質から出ている放射線には性質の異なる少なくとも2種類のものがあることを明らかにし、透過力の弱い方を「 α 線」、透過力のより強い方を「 β 線」と命名した。この他に β 線よりもさらに透過力が大きい放射線も存在することが分り、それを「 γ 線」と名付けた。

半減期 (half-decay time)



原子核		崩壊の型	半減期
n	単体の中性子	β	10.4 分
$^{14}_6\text{C}$	自然	β	5.73×10^3 年
$^{32}_{15}\text{P}$	人工	β	14.26 日
$^{60}_{27}\text{Co}$	人工	β	5.271 年
$^{90}_{38}\text{Sr}$	人工	β	28.78 年
$^{131}_{53}\text{I}$	人工	β	8.1 日
$^{137}_{35}\text{Cs}$	人工	β	30.07 年
$^{235}_{92}\text{U}$	自然	α	7.04×10^8 年
$^{238}_{92}\text{U}$	自然	α	4.47×10^9 年

放射性炭素年代測定法

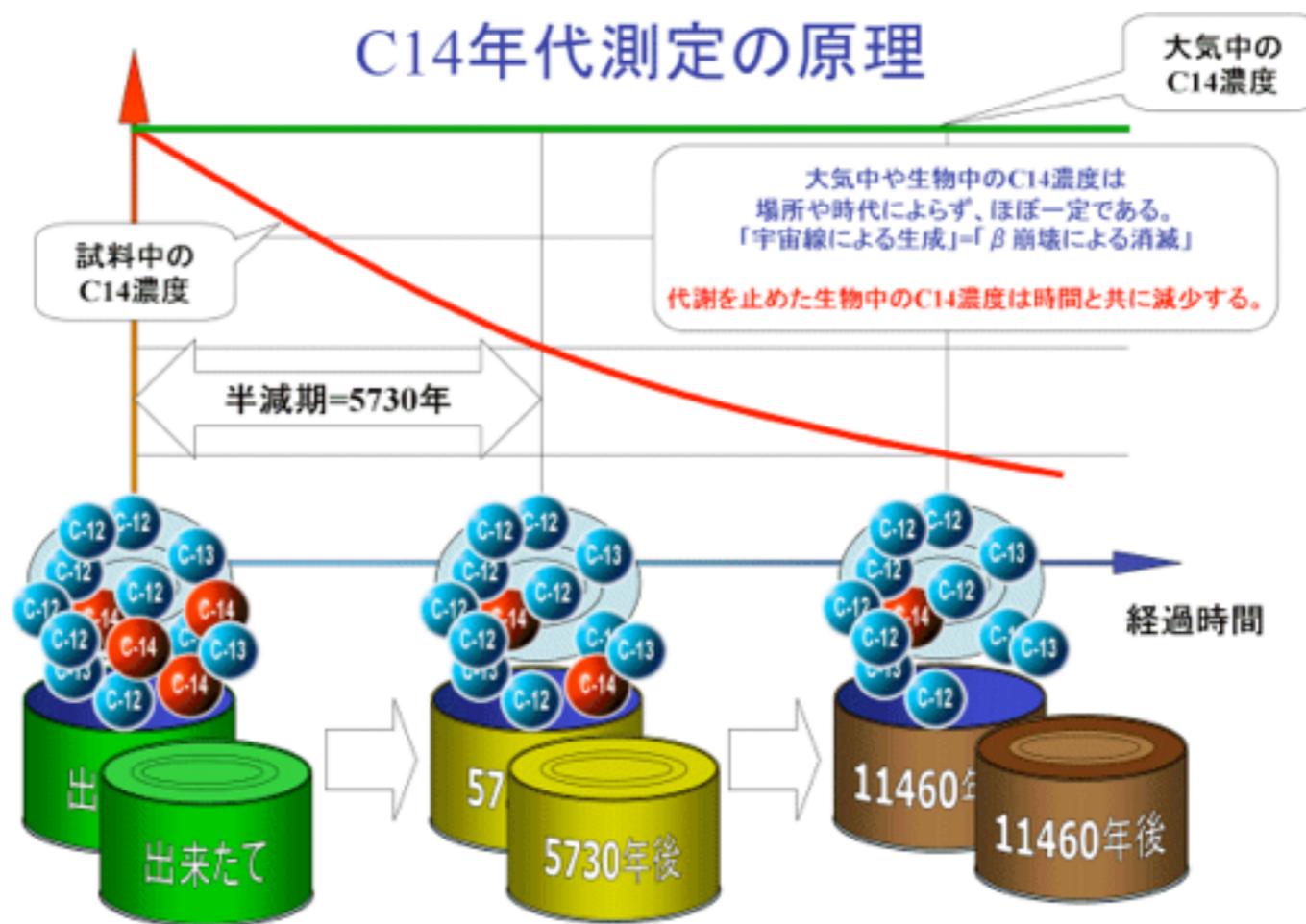


^{12}C ^{13}C

安定同位体

^{14}C

不安定同位体 (半減期5730年)



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。両者は空気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ったことが、事件を大きくさせた。

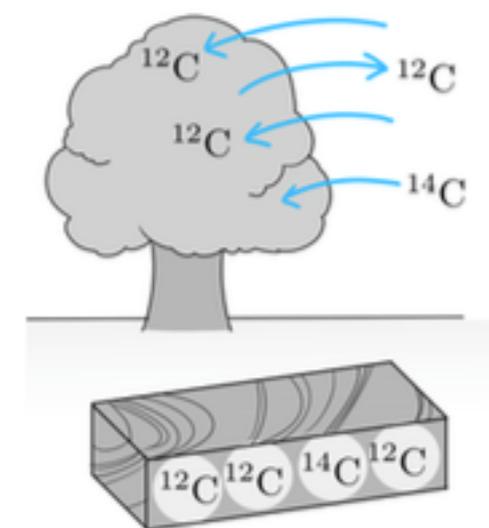


図 6: 放射性炭素年代測定法。呼吸していた樹木が材木になると、 ^{14}C が閉じ込められ、放射性壊変で徐々に減ってゆく。 ^{14}C の含有量で材木の年代がわかる。

60万年前、原人の建物跡

宮城・上高森遺跡



日本最古? 宗教儀礼跡か

国内最古とされる宮城県築紫町の上高森遺跡で、約六十万年前の地層から原人の建物跡とみられる柱の跡や並べられた石器十八点が見つかった。と民間の研究機関「東北旧石器文化研究所」と東北福祉大学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鹿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、標高約八十メートルの丘陵地で、深さ約十センチの穴の火山灰層を突き抜けて見つかった。縦約八十センチ、横約五十センチの正方形の土壇と、それを取り囲むように直径約十五センチ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

原人定住生活 最古の遺構か

宮城・上高森遺跡

国内最古級の石器が出土したことで知られる宮城県築紫町の上高森遺跡で、約六十万年前の前期旧石器時代の地層から原人が掘った柱跡とみられる円形の穴などが二十三日までに、NPO法人「東北旧石器文化研究所」(宮城県多賀城市)と東北福祉大などの発掘調査で確認された。

国内では、埼玉県秩父市の小鹿坂遺跡で二月、約五十万年前の建物の柱穴とみられる生活遺構が見つかっている。東北福祉大の磯原洋教授(考古学)は「小

鹿坂遺跡と同じ柱穴である可能性がある。慎重に調査を進めたい」と話している。

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メートルの円形になる。

もう一カ所は約五メートルあり、直径二十一センチの八つの穴が中央の土壇(どころ)を取り囲むように見つかった。土壇から長さ一メートル程度の剥片(はくへん)石器七点がまとまって出土した。

土壇に蓄積した放射線量で年代を測定する「熱ルミネセンス法」や地球の磁場が逆転した現象を利用する「古地磁気年代測定法」で、この地層は約六十万年前という結果が出ている。

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

日本経済新聞
2000.10.23(火)
夕刊

小鹿坂遺跡からこれだけ離れた地域で類似の遺構が発見されたことは、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り、住居かどうかについては慎重な検討が必要だ。

柱穴なら貴重な発見

橋本信・別府大文学部教授(先史考古学)の話 上高森遺跡は長く地層年代の研究がなされており、約六十万年前というのは、ほぼ正確だと思う。柱穴ならば移動生活が基本と考えられている時代に、掘削で覆われた建物があったと推定され、貴重な発見と言える。少し狭いので作業場か、庫として使われていたのでは

だ円の土壇 周囲に柱跡

土壇(中央)を囲むように円形の穴が配列された遺構。宮城県築紫町の上高森遺跡で

上高森遺跡 宮城県北部の築紫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、約六十万年前より古い地層から、国内最古と見られる二十五点の石器が発見された。

磯原教授は「建物跡は世界的にも最古の可能性がある。建物も石器の並べ方も原人の高い知的能力を示している」と話している。

知的水準の高さ示す発見

安藤(あんぷ) 政雄・明治大教授(考古学)の話 埋蔵遺構は、狩りなどで消耗する石器を補充するために保管しておいた場所だ。狩り場の拠点だった。穴を大小に掘って一定の形に配置したり、建物をつくったりしていたことが確認できたことは、原人たちの知的な生活水準の高さを改めて認識するうえで重要な発見で、非常に興味深い。

旧石器発掘ねつ造

宮城・上高森遺跡

調査団長の藤村氏

「魔がさした」認める

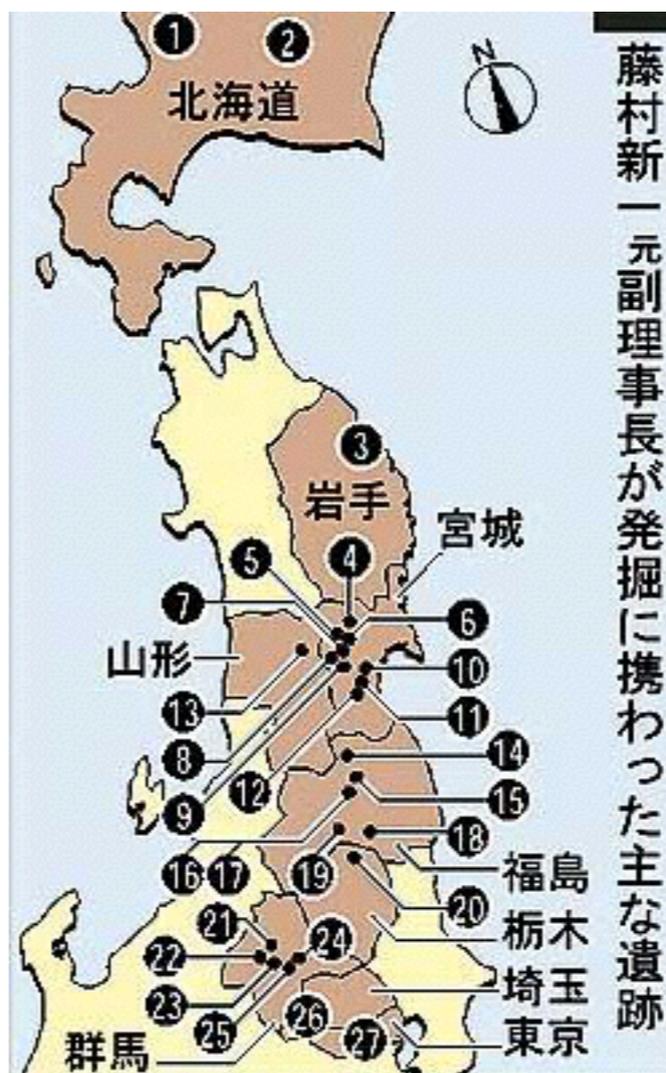


「魔がさした」認める

調査団長の藤村氏が、宮城・上高森遺跡で旧石器時代の遺物を発掘したと主張する。しかし、その発掘現場には、調査団員が「魔がさした」と認めるように、不明な痕跡が散見された。藤村氏は、この遺跡が旧石器時代の重要な遺跡であると主張しているが、その主張には多くの疑問が投げかけられている。

藤村氏は、この遺跡で、約10万年前の旧石器時代の遺物を発掘したと主張している。しかし、その発掘現場には、調査団員が「魔がさした」と認めるように、不明な痕跡が散見された。藤村氏は、この遺跡が旧石器時代の重要な遺跡であると主張しているが、その主張には多くの疑問が投げかけられている。

2000/11/5 毎日新聞



藤村新一元副理事長が発掘に携わった主な遺跡

◆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) 下美莫西(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) 座散乱木(岩出山町)
- (6) 馬場壇A(古川市) (7) 中島山(色麻町)
- (8) 薬菜山(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、
- (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)
- (16) 原セ笠張(二本松市) (17) 箕輪宮坂(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>



11月7日 2000

出土物年代測定

前々中期旧石器時代は「エアポケット」

科学的根拠乏しく

通じぬ「炭素法」「半減期」

東北旧石器文化研究所の藤村新一・前副理事長(50)が宮城県栗原町の上高森遺跡で行った旧石器発掘のねつ造が、なぜ見逃されたのか。背景を探ると、遺跡からの出土物の年代測定の難しさが浮かび上がる。特に日本の前期から中期の旧石器時代の出土物の年代決定は、地層の年代頼りで、ほかの科学的裏付けに乏しい「エアポケット」にあったといわれた。

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で行われる。

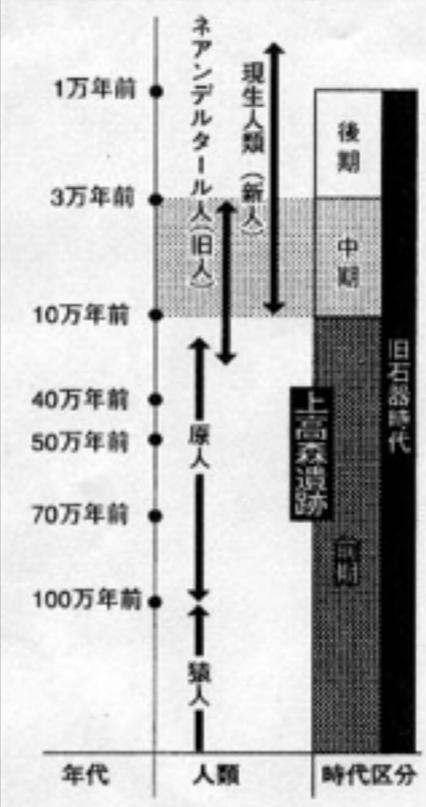
縄文時代や弥生時代など比較的新しい出土物で最も多く使われているのが、放射性炭素法だ。

炭素には、原子量が12の通常のものに加え、原子量が14の放射性同位体の「炭素14」がわずかに含まれる。四方の大気中濃度はほぼ一定だが、生物が死ぬと炭素を取り込まなくなる。炭素14は一定の割合で放射線を出し窒素に変わるため、出土物中の両炭素の比率を測

定すると生物が死んだ年代が分かる。

土器や地層に含まれる炭素をこの方法で測定した結果に、土器の形式の違いなどの情報を組み合わせれば精度はさらに高くなる。

ところが、日本には火山灰による酸性土壌が多く、長期埋蔵地中にある骨や植物



は分解してしまうため、年代決定の参考にできない。

また、10万年前以前の前期旧石器時代については石器の発掘例そのものが少なく、年代による形式の変化についても定まった学説がない。旧石器に詳しい阿部祥人・慶応大教授(先中考古学)は「欧州やアフリカ

では、石器とともに人骨や動物の骨などが同時に見つかることが多く、年代についても多角的な検証が進んでいるが、日本は石しか出ないので、どうしても地層頼みになる」と指摘する。

その頼りの地層についても、「数万年から数十万年前の試料の年代分析は一般化された手法はなく、確実性にも幅がある」(松浦秀治・お茶の水女子大助教授)「人類進化学」のが実態だ。

年代が古くなるほど炭素14の量が少なく、測定が困難

になるためだ。

放射性炭素法に代わって熱ルミネセンス法や電子スピン共鳴法がある。これ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、放射線は水に溶けられることがあり、傷の量は周囲の環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の放射性同位体であるカリウム40が崩壊してアルゴン40に変わる半減期を通じて測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っていたわけだ。

藤村前副理事長が発見した上高森遺跡以外の石器についても、特徴から縄文時代のものではないかとの疑問の声が以前からあった。

東京都教育庁文化課の小田静夫主任学芸員(旧石器考古学)は「1986年に発表された論文で、藤村前副理事長が宮城県北部の遺跡から見つけたとする旧石器について、これまで旧石器にはない凹面加工が施されていた▽素材のメノウは

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」と批判していた。

阿部教授も「遺跡から石器の加工が火を燃やしたあとが見つかからない」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ナルなニュースにかき消され、大きな声にならなかった」と語る。

国立科学博物館の馬場悠男人類研究部長は「日本では数十万年前の石器は少なく、本当はどうか分かっていない」と述べた。

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」と批判していた。

阿部教授も「遺跡から石器の加工が火を燃やしたあとが見つかからない」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ナルなニュースにかき消され、大きな声にならなかった」と語る。

国立科学博物館の馬場悠男人類研究部長は「日本では数十万年前の石器は少なく、本当はどうか分かっていない」と述べた。

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」と批判していた。

阿部教授も「遺跡から石器の加工が火を燃やしたあとが見つかからない」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ナルなニュースにかき消され、大きな声にならなかった」と語る。

国立科学博物館の馬場悠男人類研究部長は「日本では数十万年前の石器は少なく、本当はどうか分かっていない」と述べた。

参院の国会等移転特別委員会が8日開かれ、首相官邸移転をめぐっての発言があった」として、野田進(自民)は「与党の立場を超えて承服しかねる発言」と撤回要求を突き付けた。平田健二委員(民主)は「不見識な発言。『反対なら担当大臣を求めよ』外発言。撤回を」と激しく追った一方、建設は手続しつかみつけた。国井委員はいずれも発言が「正論。勇気ある発言」とエールを送るなど、目ざととは一風異なる光景を見せた。局長官

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」と批判していた。

阿部教授も「遺跡から石器の加工が火を燃やしたあとが見つかからない」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ナルなニュースにかき消され、大きな声にならなかった」と語る。

国立科学博物館の馬場悠男人類研究部長は「日本では数十万年前の石器は少なく、本当はどうか分かっていない」と述べた。

ご満悦

局長官

「このように活発な議論を繰り返しての発言だった」として、野田進(自民)は「与党の立場を超えて承服しかねる発言」と撤回要求を突き付けた。平田健二委員(民主)は「不見識な発言。『反対なら担当大臣を求めよ』外発言。撤回を」と激しく追った一方、建設は手続しつかみつけた。国井委員はいずれも発言が「正論。勇気ある発言」とエールを送るなど、目ざととは一風異なる光景を見せた。局長官

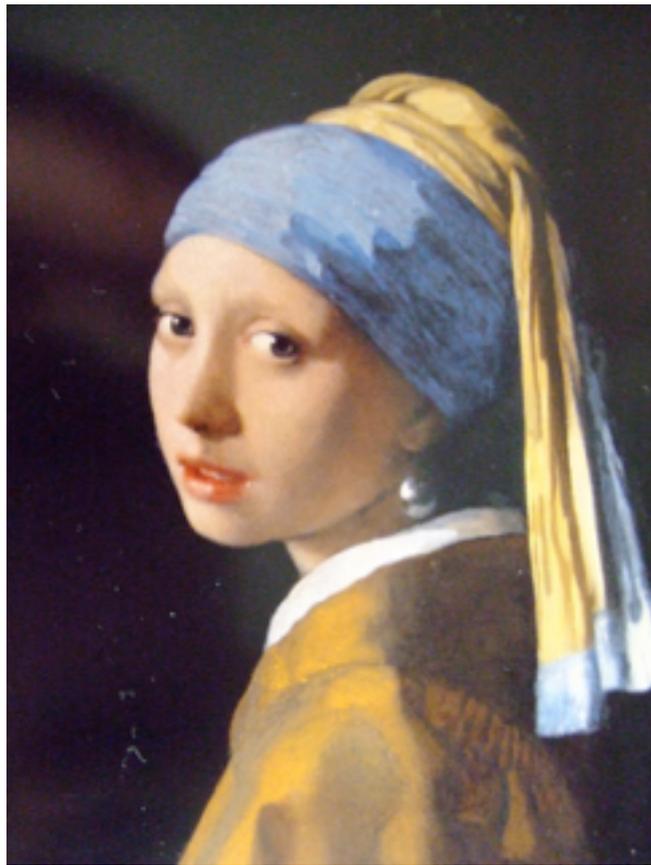
攻守交代?

2000/11/7 毎日新聞

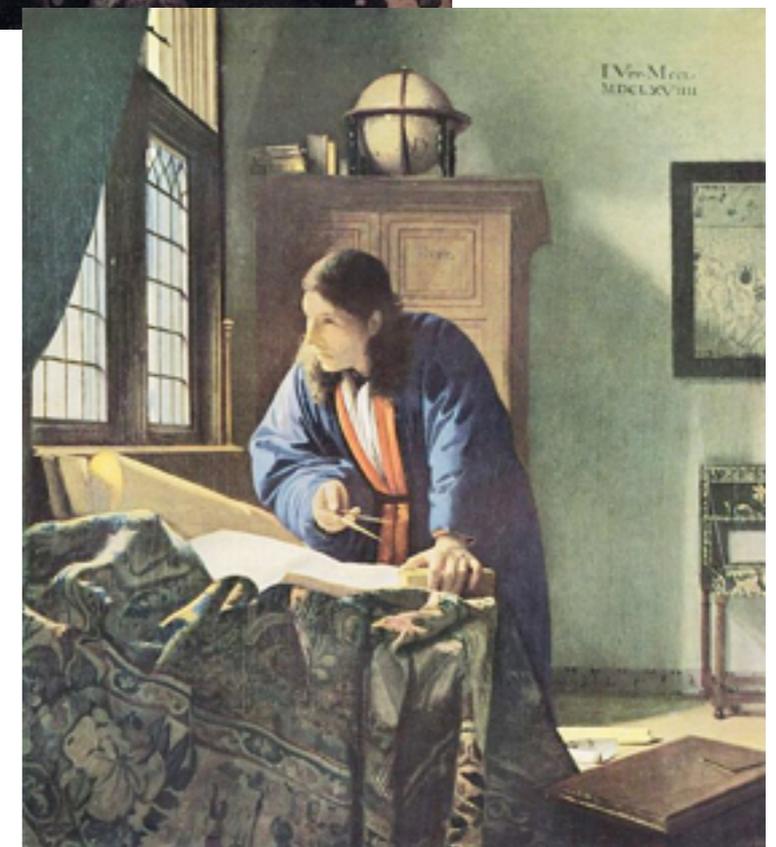
http://www.hayakawayukio.jp/paper/bensei/

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



フェルメールの贋作事件(1947)

コラム

コラム 28 (フェルメールの贋作事件)

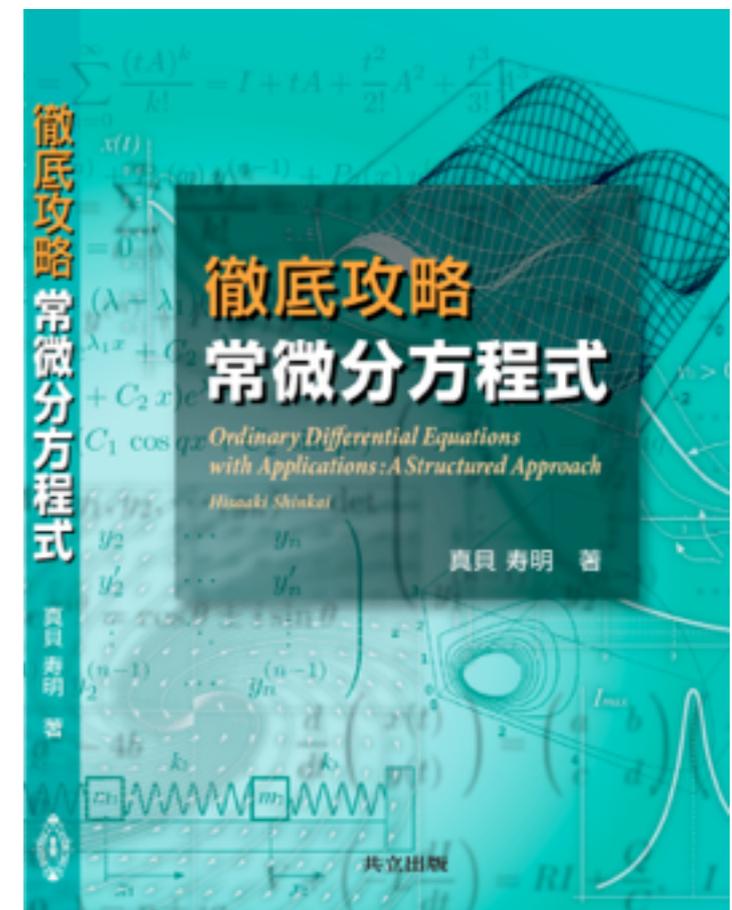
オランダの画家フェルメール (Johannes Vermeer, 1632-75) は寡作で、現存する作品は30数点と少ない。歴史的に贋作事件が続いている。

19世紀、絵画研究家 Thoré Bürger (トレ・ビュルガー) が Vermeer 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子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。

絵画の絵の具から放出される放射線測定の結果は、これらの作品が200年以上も前のものではないことを示していた。しかし、当初 Meegeren の告白が受け入れられなかったため、彼は法廷で衆人環視の中、贋作を作ってみせたという。『エマオのキリスト』は、現在でも子イマンス美術館の一面に展示されている。

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

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.

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 .

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,

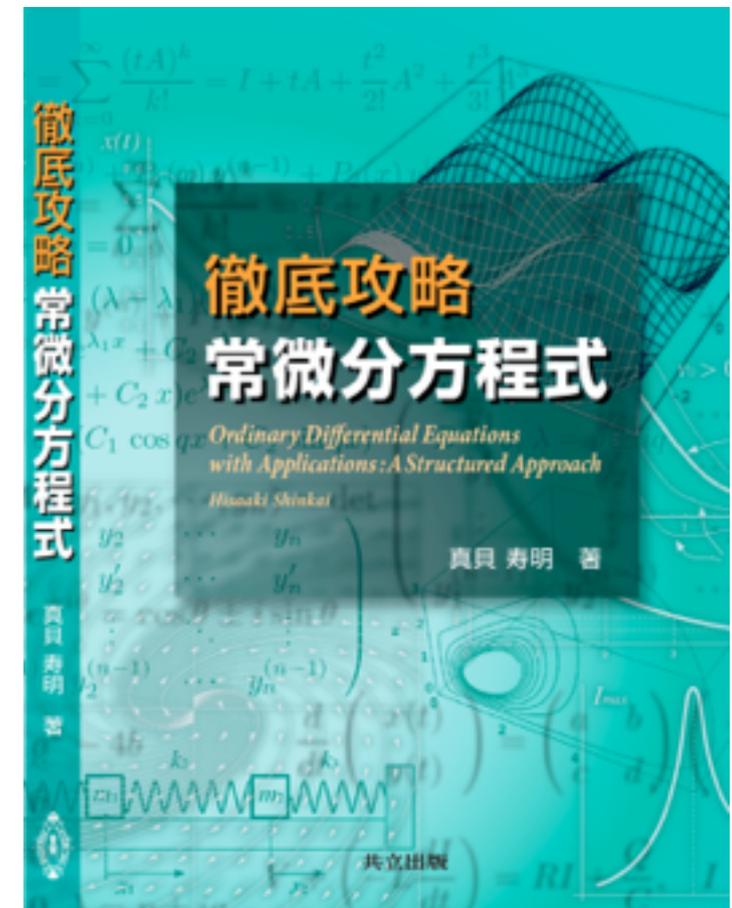
$y(t)$ = 時刻 t における通常の鉛 1g ごとの ^{210}Pb の量

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

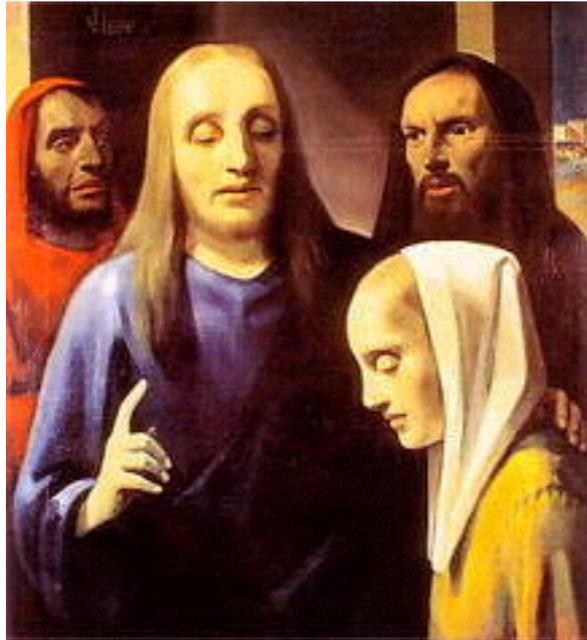
とし, λ を ^{210}Pb の崩壊定数として, 次の式になる.

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

(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。

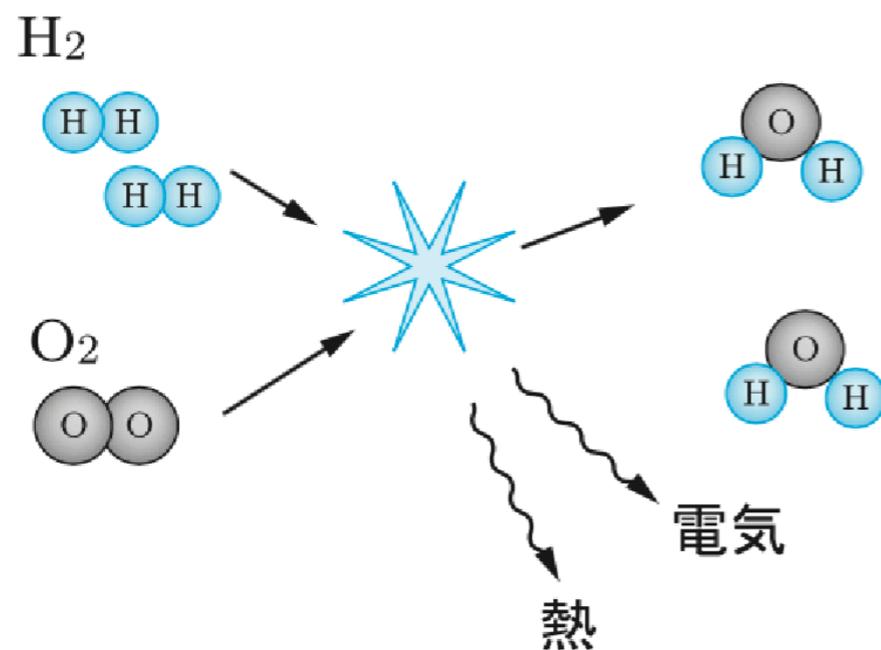
ところが、メーヘレンは、これは「自分が描いた贋作だ」と主張。そして多くの贋作を世に送り出したことを告白した。その中には「エマオのキリスト」も含まれていた。

「エマオのキリスト」は、1938年にロッテルダムของ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。

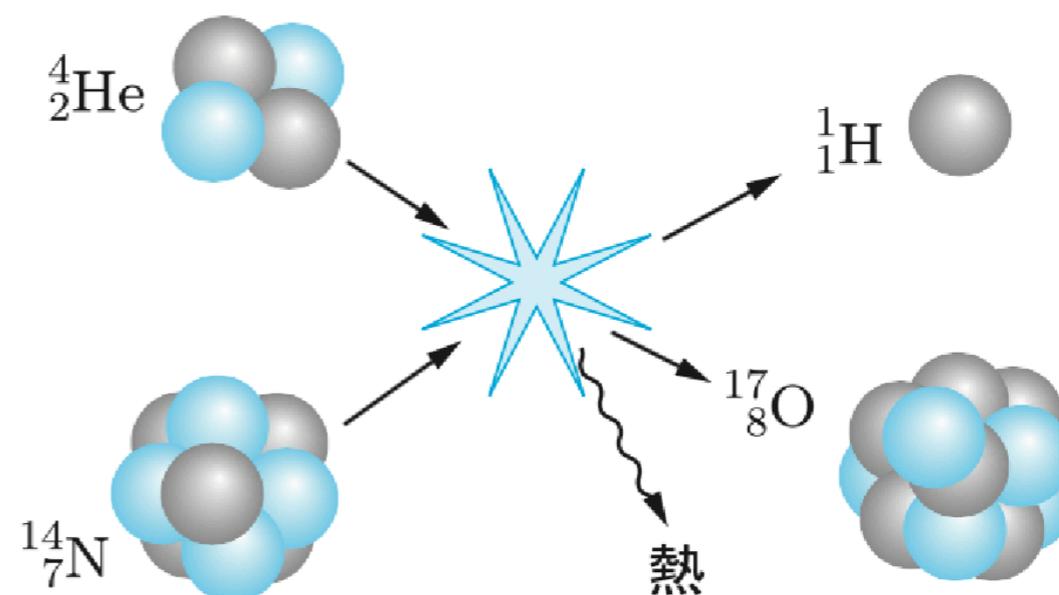


9.2 核反応 — 核分裂と核融合

原子核反応は、日常の生活範囲で見られるような化学反応（分子どうしが組み替えを起こす反応）と違い、元素が他の元素に変化する高エネルギー反応である。



(a) 化学反応



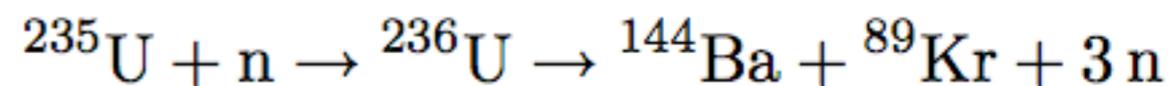
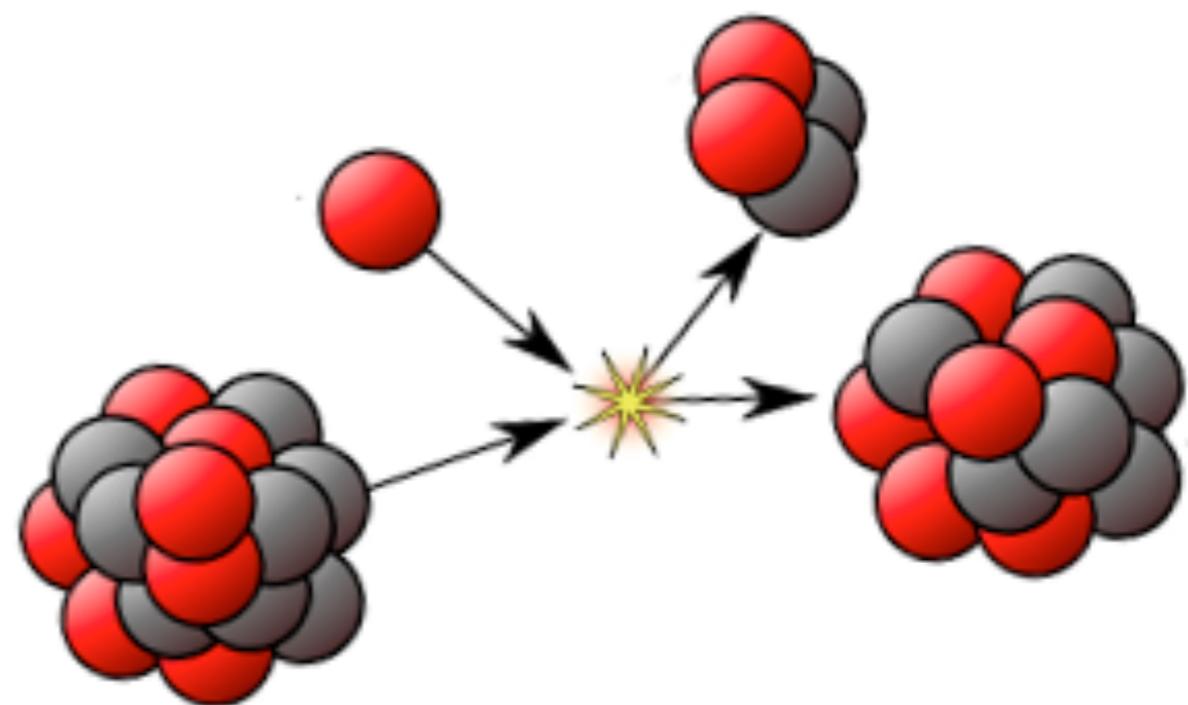
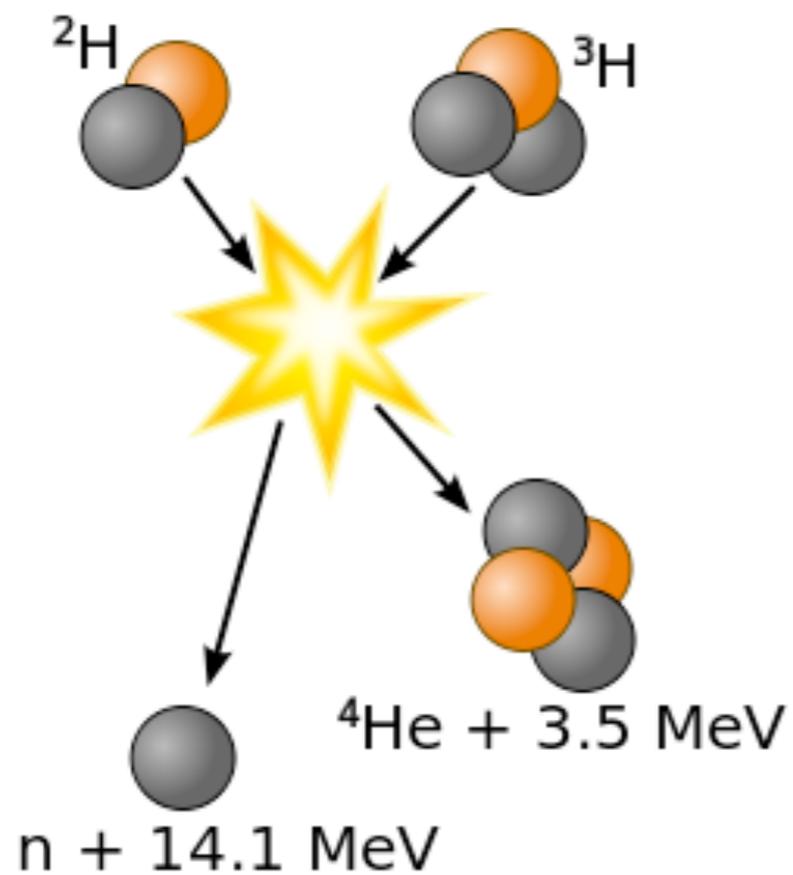
(b) 核反応

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**

核反応

(核融合と核分裂)



核融合

(nuclear fusion)

核分裂

(nuclear fission)

最も有名な物理の公式

$$E = mc^2$$

エネルギー

質量x光速x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！

最も有名な物理の公式



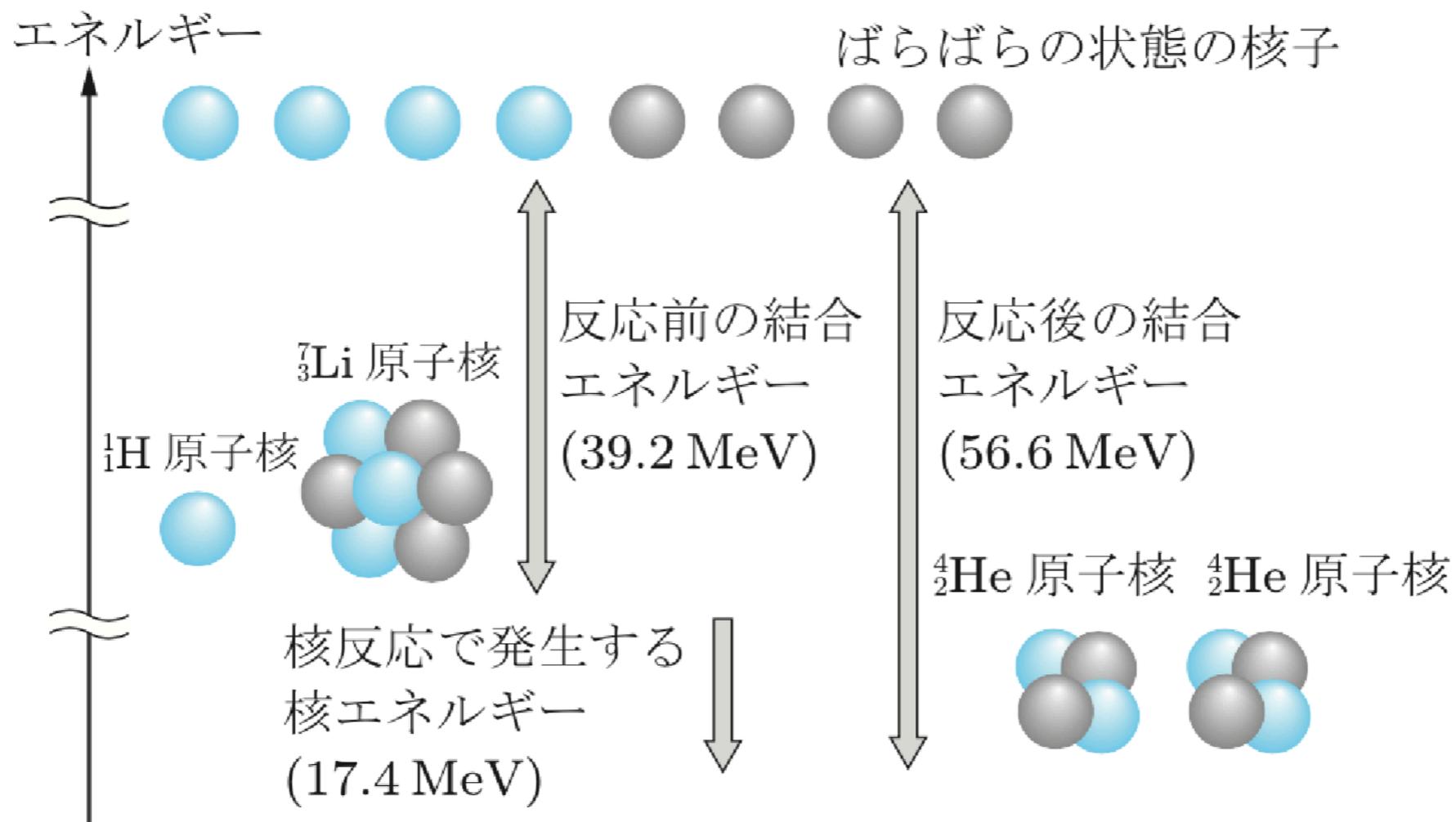
……本の中に数式を1つ入れるたびに、売れ行きは半減すると教えてくれた人がいる。そこで、数式はいっさい入れない決心をした。しかし、とうとう一つだけは入れることになってしまった。アインシュタインの有名な式

$$E = mc^2$$

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。……

結合エネルギー

$$E = mc^2$$



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

コラム 26 (酸素がない宇宙で太陽が燃えているのは何故?)

太陽系の起源は約 50 億年前と考えられている。物理学がそろい始めた 19 世紀末、太陽のエネルギー源は何か、という大問題が解けずにいた。(当時、太陽の年齢は 3 億年以上ということしかわかっていなかったが) 単純に化学反応で説明するには寿命が長すぎていたのだ。ケルビンとヘルムホルツ (von Helmholtz, H.L.F. 1821-94) は「太陽は大きな重力で収縮しているため、周囲に熱を放出する」という説を考えたが、それでも太陽年齢は 2000 万年以上にはならなかった。

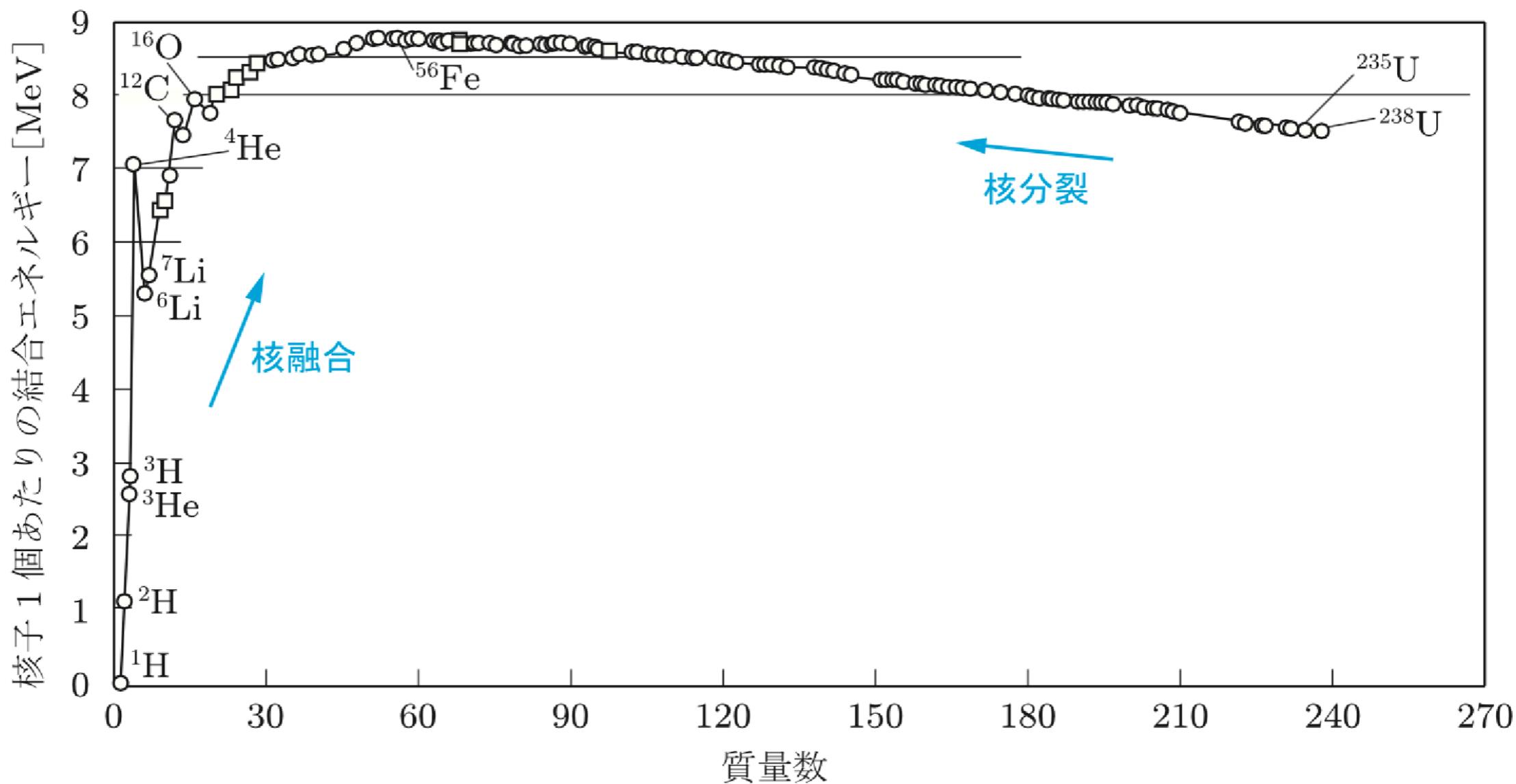
決定的な理論となったのは、アインシュタインが 1905 年に提出した相対性理論による、 $E = mc^2$ という式である。この式から、1920 年、天文学者エディントン (Eddington, A.S. 1882-1944) は、太陽内部での水素からヘリウムへの核融合の可能性を指摘している。太陽が水素でみたまされていることが 1925 年にわかり、1930 年代に物理学者チャンドラセカール (Chandrasekhar, S. 1910-95) とベータ (Bethe, H. 1906-2005) によって核融合の理論が進むと、太陽のエネルギー源が核融合反応であることがようやく明らかになる。

このコラムのタイトルにした疑問はよく科学館に寄せられる質問だそうだ。核融合反応は物理的な結合エネルギーの組み替えで発生している反応であり、化学的燃焼とは違うので酸素は不要なのである。

結合エネルギー

核融合も核分裂もおきる理由は何か？

↑ ↑
結合エネルギー (大)

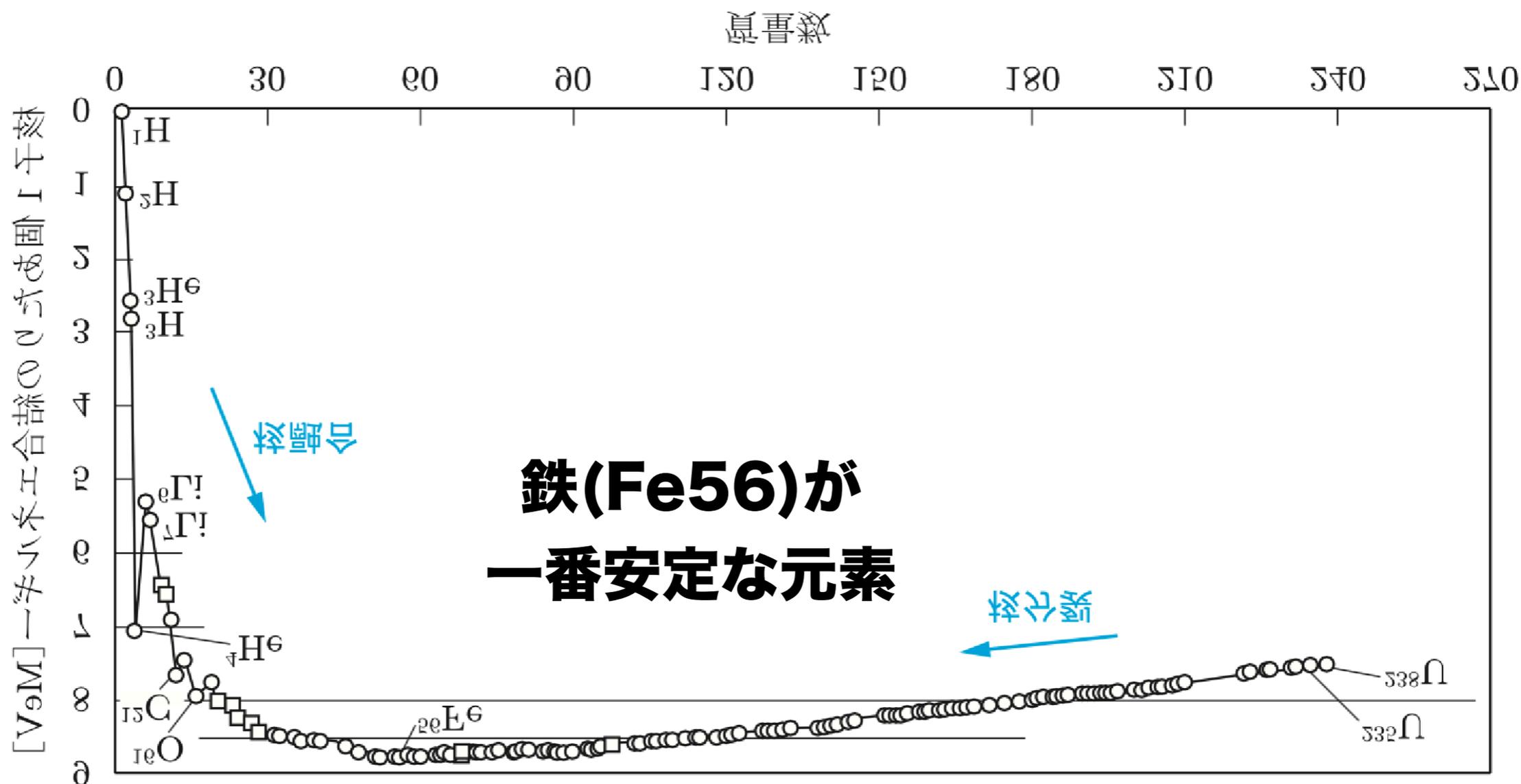


→ → 質量数 (大)

結合エネルギー

核融合も核分裂もおきる理由は何か？

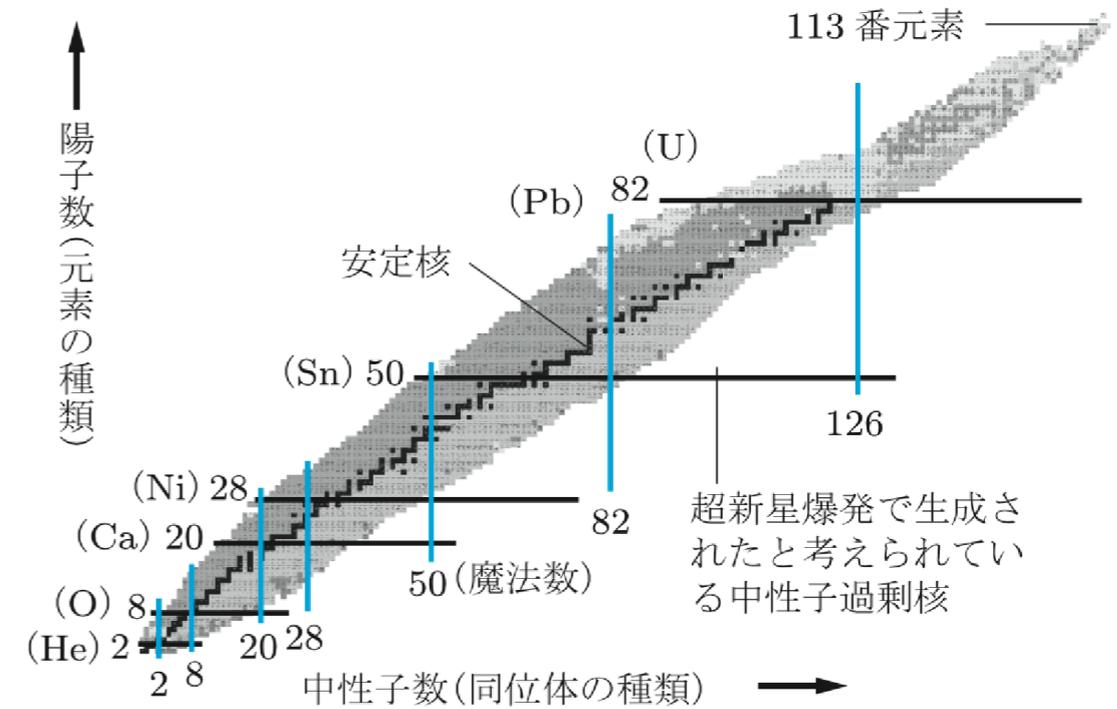
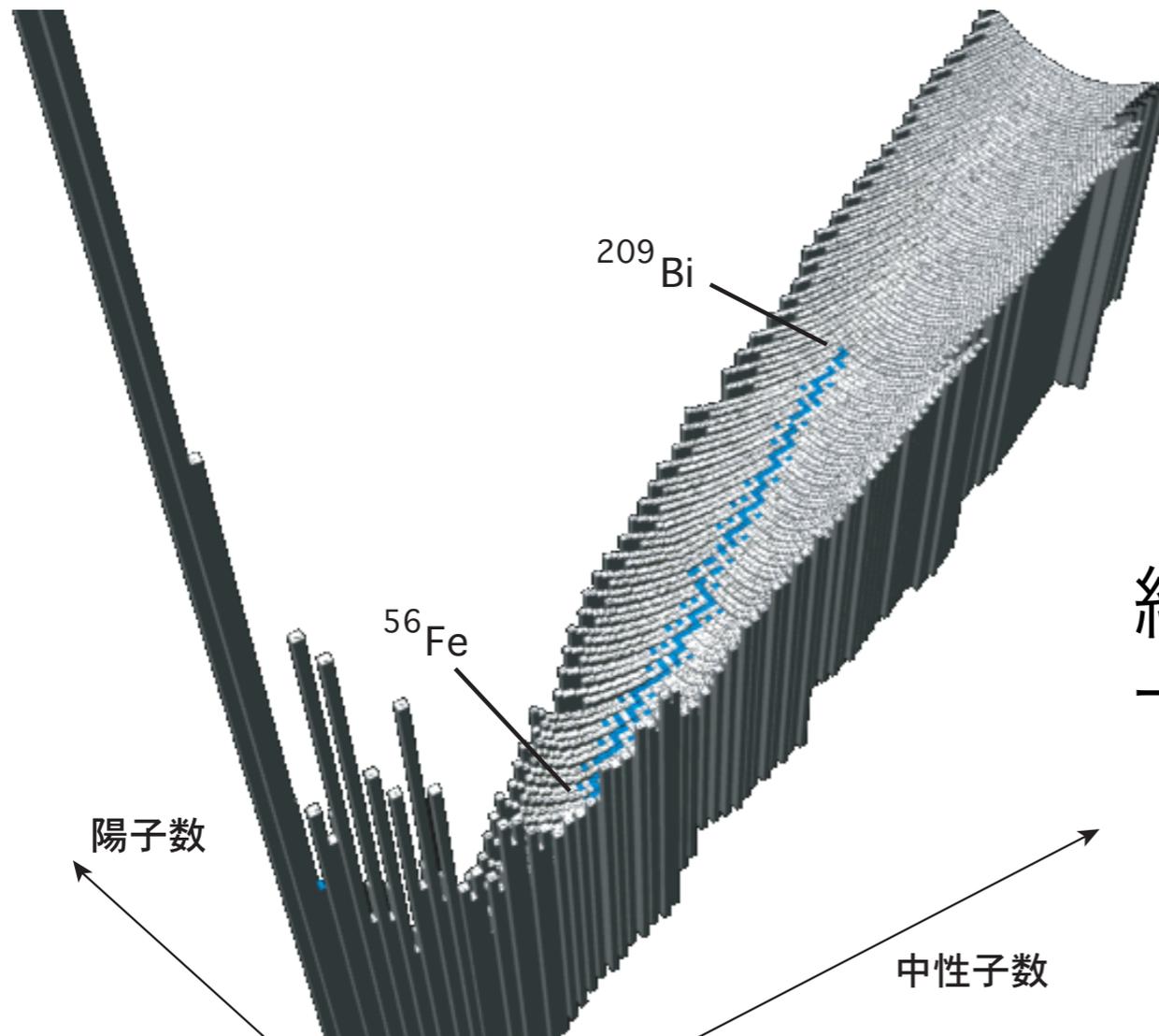
結合エネルギー (大)



→ → 質量数 (大)

核融合も核分裂もどちらもおきる理由は何か？

核図表



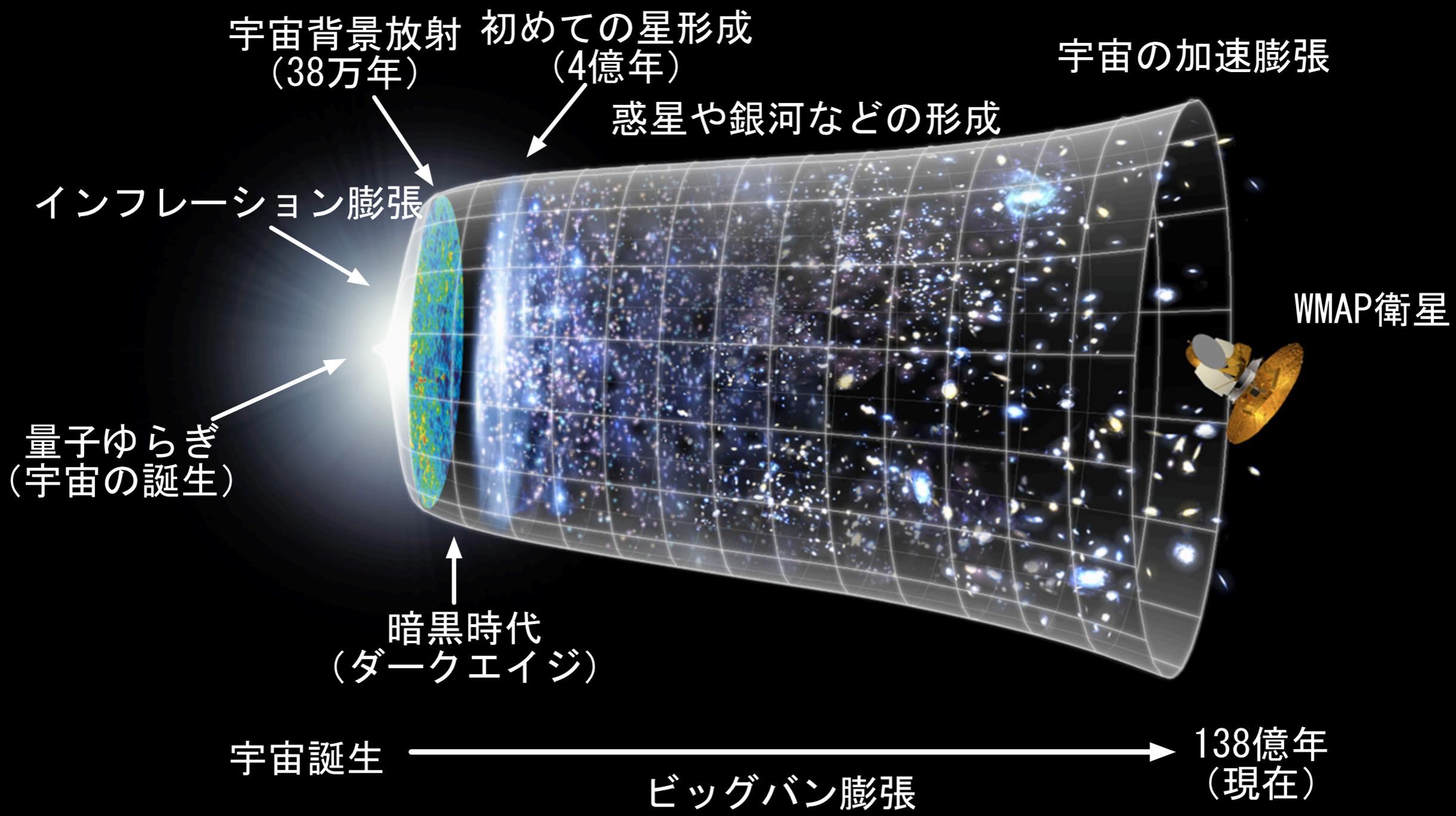
結合エネルギーの大きなモノが下になるように描いた核図表

コラム 27 (鉄より原子番号の大きな元素はどこでできた?)

核融合も核分裂も、エネルギー的に一番安定な鉄 ^{56}Fe まで反応が進むことを説明した。宇宙の歴史は、ビッグバンと呼ばれる大爆発で1つの点から始まったことが分かっている。137億年前の誕生直後の宇宙は、高温の素粒子が飛び回る空間で満たされていたが、宇宙の膨張と共に温度が冷え、素粒子が徐々に結合して元素になっていった。

宇宙を満たしている元素の大部分は、水素とヘリウムである。これらのガスが重力によって集まると核融合で点火して燃える星となる。こうして太陽は50億年間、輝いている。だが、水素がヘリウムに、ヘリウムがリチウムに、といった核融合サイクルは鉄までいくと終了する。星は鉄のコアを中心に残して冷却してゆくはずだ。鉄以上の原子番号をもつ元素は、宇宙のどこで作られたのだろうか。

この答えは、超新星爆発と呼ばれる星の一生の最後の大爆発である、と考えられている。ここでは、星(恒星; 燃えて輝く星)の行く末について説明しよう。



The Convection Zone

Energy continues to move toward the surface through convection currents of heated and cooled gas in the convection zone.

The Corona

The ionized elements within the corona glow in the x-ray and extreme ultraviolet wavelengths. NASA instruments can image the Sun's corona at these higher energies since the photosphere is quite dim in these wavelengths.

The Radiative Zone

Energy moves slowly outward—taking more than 170,000 years to radiate through the layer of the Sun known as the radiative zone.

Sun's Core

Energy is generated by thermonuclear reactions creating extreme temperatures deep within the Sun's core.

Coronal Streamers

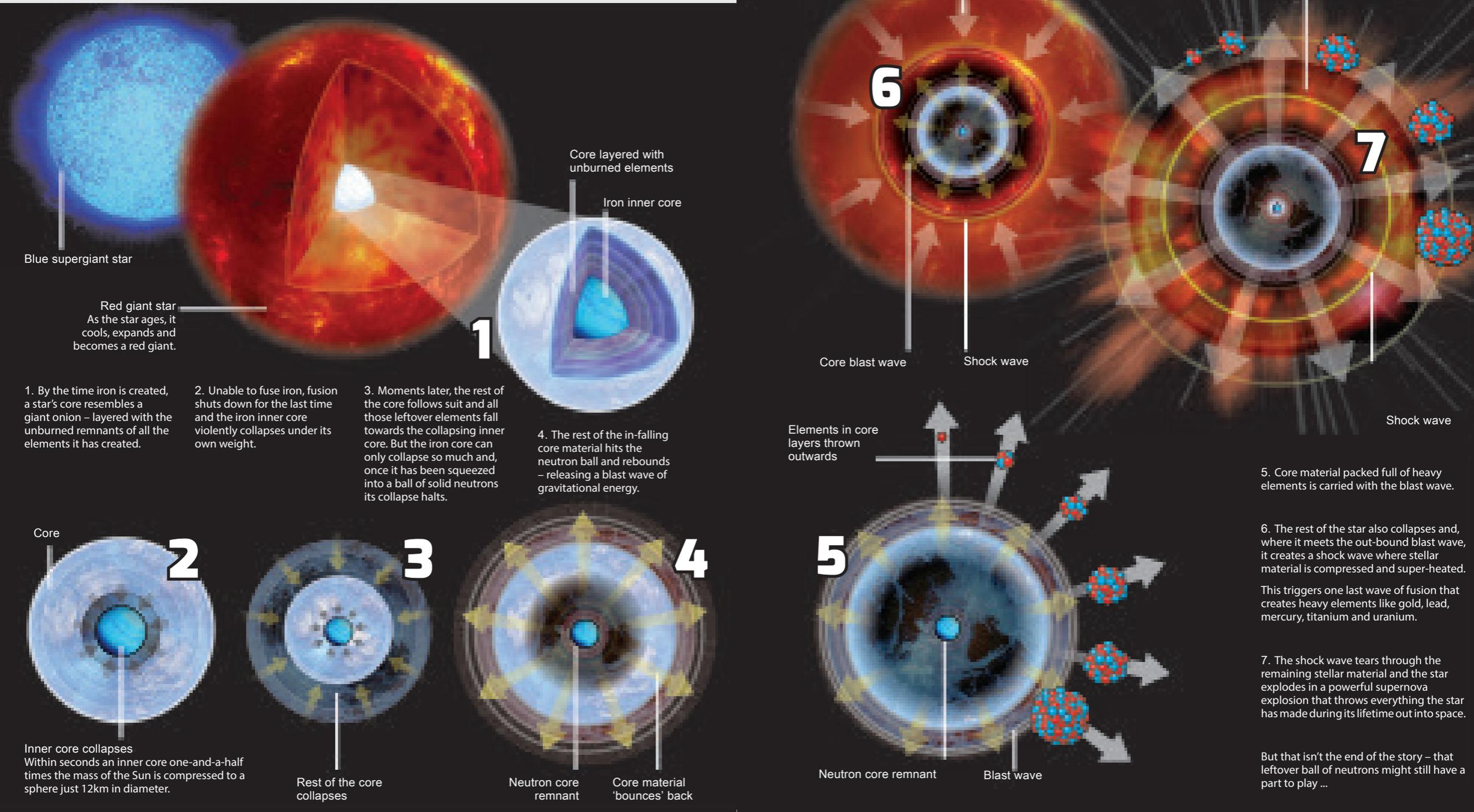
The outward-flowing plasma of the corona is shaped by magnetic field lines into tapered forms called coronal streamers, which extend millions of miles into space.

The Chromosphere

The relatively thin layer of the Sun called the chromosphere is sculpted by magnetic field lines that restrain the electrically charged solar plasma. Occasionally larger plasma features—called prominences—form and extend far into the very tenuous and hot corona, sometimes ejecting material away from the Sun.

DIE HARD. FORGING THE HEAVIEST ELEMENTS

Iron fusion requires more energy to be put in than it releases. Once a star has iron in its core, it is doomed. Fusion reactions shut down and the star is at the mercy of gravity. It is in a star's death throes that the heaviest elements are created.



2.1 ティコ・ブラーエとケプラー

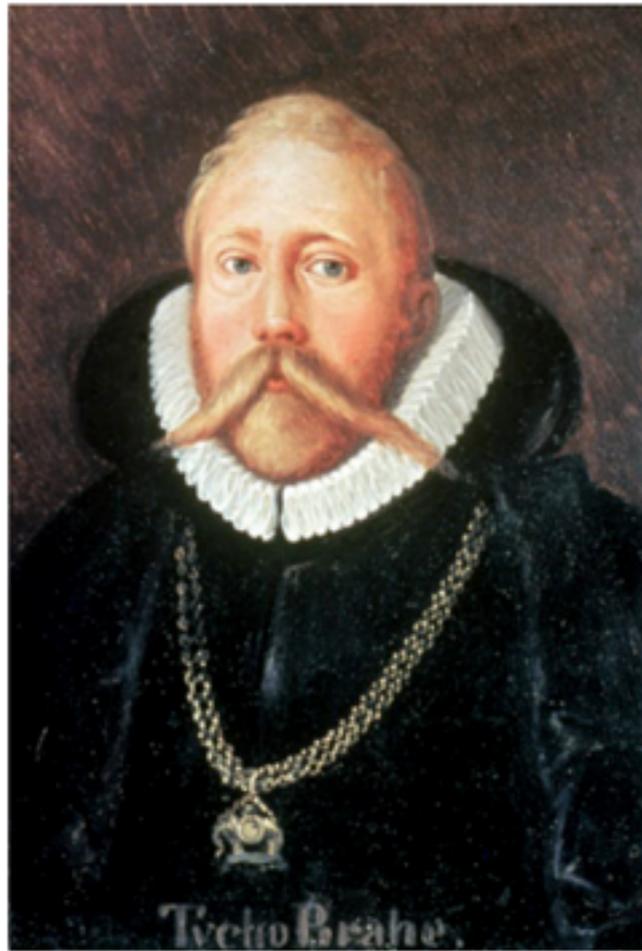
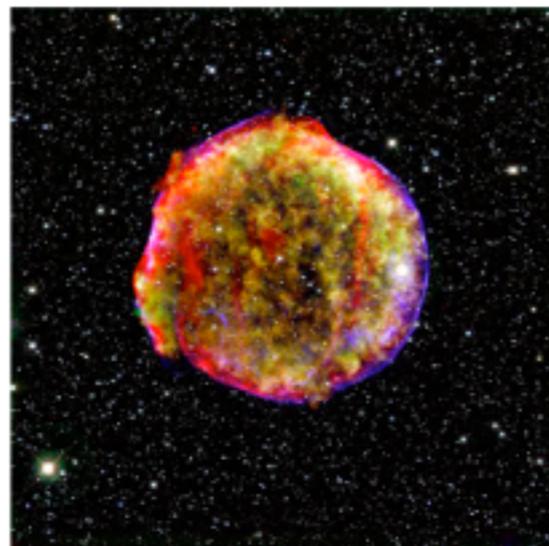


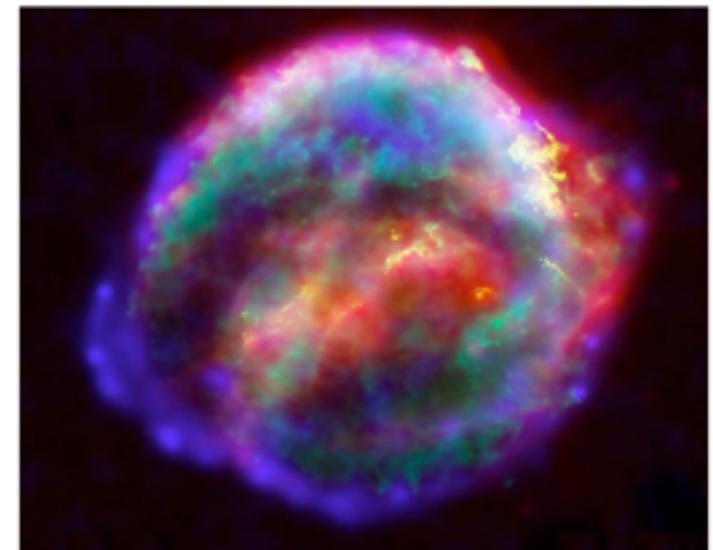
図 1: ブラーエ
Tycho Brahe
(1546-1601)

精密で膨大な天体観測記録を残す
観測的権威だが天動説支持
「太陽は地球の周りを回り、
惑星は太陽の周りを巡る」

1572 超新星を発見
(SN1572, 通称「ティコの新星」)



SN1572 (ティコの新星)



SN1604 (ケプラーの新星)

超新星は、数百年に一度、観測されている。

超新星	星座	銀河	最大光度	型	備考
SN 185	ケンタウルス座	銀河系	-8		最古の観測記録 (中国『後漢書』)
SN 393	さそり座	銀河系	-1		
SN 1006	おおかみ座	銀河系	-9	I	
SN 1054	おうし座	銀河系	-6	II?	かに星雲
SN 1181	カシオペア座	銀河系	0	II	
SN 1572	カシオペア座	銀河系	-4	I	ティコの新星
SN 1604	へびつかい座	銀河系	-2.5	I	ケプラーの新星, 天の川銀河で最新のもの
SN 1885A	アンドロメダ座	アンドロメダ銀河	5.8	Ia	アンドロメダ座S星, 他銀河で初の発見
SN 1987A	かじき座	大マゼラン星雲	2.9	II	肉眼で見た最新のもの
SN 2002bj	うさぎ座	NGC 1821		Ia	2009年の解析により新型超新星と確認
SN 2006gy	ペルセウス座	NGC 1260	15.0	II	最大級の超新星
SN 2009dc	かんむり座	UGC 10064		Ia	チャンドラセカール限界を超えた初の爆発

表2.1 歴史的に有名な超新星。超新星名には発見された西暦がつく。SN 185は185年に、SN 1987Aは1987年に発見された一番始めの超新星である。

客星出現例、皇極天皇元年秋七月、甲寅、客星八月、
 陽成院貞觀十九年正月廿五日、丁酉、戌時、客星在昴、
 見西方、宇多天皇寬平三年三月廿九日、巳卯、亥時、客
 星在東成星東方、相去一寸所、醍醐天皇延長八年五月
 以後七月以前、客星入羽林中、一條院寛弘三年四月二
 日、癸酉、夜以海騎官中有大客星、如帶燈、光明動耀、
 連夜正見南方、或云、騎陣將軍星稜本體增光歟、後冷
 東院天喜二年四月中旬以後丑時、客星出贊皇度、見東
 方、孝天開星、大如盛星、二條院承平二年四月廿二日、
 乙丑、亥時、客星、...

図4・2 藤原定家『明月記』の該当部分のイメージ (コラム参照)。(藤原定家から見て)過去の客星の出現が、日付・時刻・場所の順にずらずらと書き並べられている部分である。読むとなんとなくわかってくるからおもしろい。最後のあたりに件の文章がある。なお6行目の螢惑は火星、歳星は木星、ちなみに金星は太白。なお、コピー資料を見ながら入力したので、漢字の読み間違いが多少あるかもしれない。

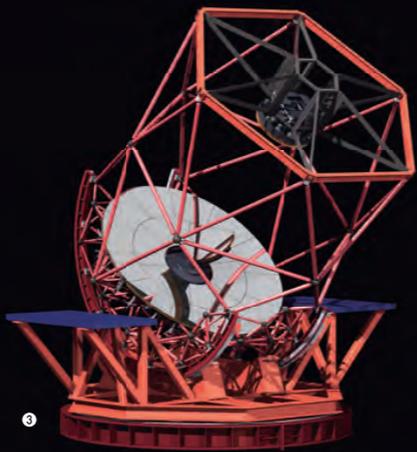
京都大学総合博物館 平成26年度特別展

明月記と最新宇宙像

Meigetsuki and the latest images of our universe

千年を超えて羽ばたく
京の宇宙地球科学者たち

後冷泉院天壽二年丁酉申旬後夜時客星
此頃天度見事宇宙天同星大也歳星



2014年

9月3日[水]

10月19日[日]

9時30分—16時30分(入館は16時まで)

休館日●月曜日・火曜日(平日・祝日にかかわらず)
観覧料●一般400円 高校生・大学生300円
小学生・中学生200円

※20名以上の場合は団体観覧料が適用されます

※70歳以上の方は身体障害者手帳をお持ちの方は無料

主催●京都大学総合博物館、京都大学大学院地球物理学
科附属天文台、京都大学大学院理学研究科地球物理学
学教室、京都大学大学院理学研究科宇宙物理学教室
共催●NPO法人花山星空ネットワーク、京都大学
宇宙総合学研究所、京都大学研究資源アーカイブ
協賛●株式会社西村製作所

協力●冷泉家時雨亭文庫、自然科学研究機構国立
天文台、NHK

後援●京都府教育委員会、京都市教育委員会

ワークショップ・講演会

期間中の土曜日または日曜日に開催します。

4次元デジタル宇宙シアター

3D映像の宇宙の中をナビゲーターとともに旅します。
原則として期間中の土曜日・日曜日、1日5回、各回30分程度。

※詳細は総合博物館ホームページをご覧ください。

明月記原本展示期間 9月17日(水)～9月28日(日)

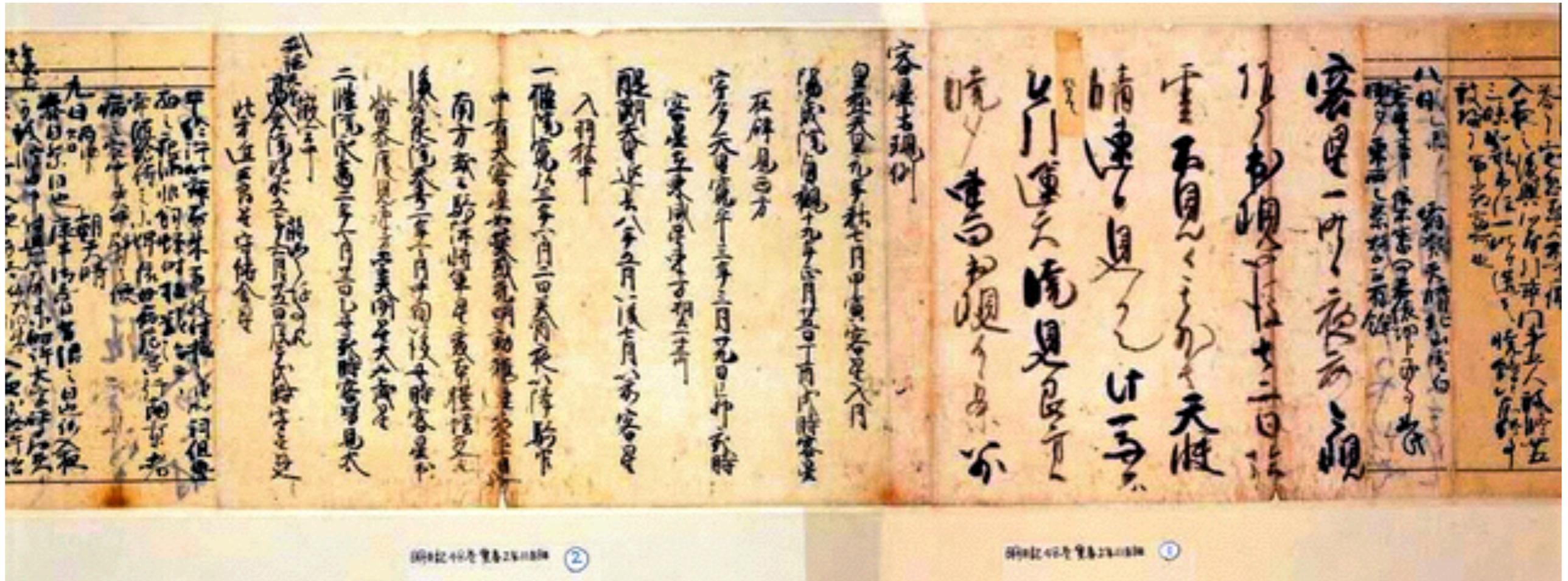
●明月記における客星出現古例の記載(部分) ●かに星雲 ●3.9m新技術望遠鏡

京都大学総合博物館



〒606-8501 京都市左京区吉田本町
TEL (075) 753-3272
http://www.museum.kyoto-u.ac.jp/

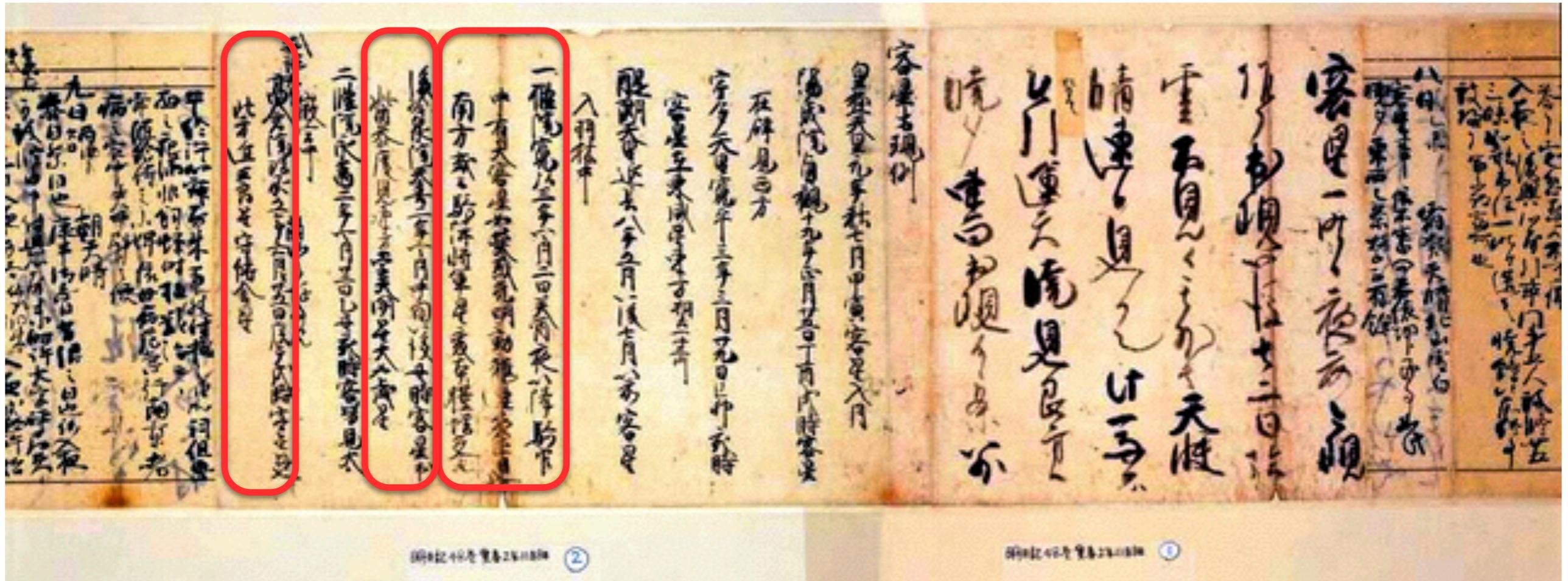
「明月記」の天文現象について書かれた部分



藤原定家(1162-1241)は、陰陽師（天文博士）に調べさせた報告文をそのまま切り貼りした。



「明月記」の天文現象について書かれた部分



① 安倍清明の息子， 安倍吉昌がSN1006を観測

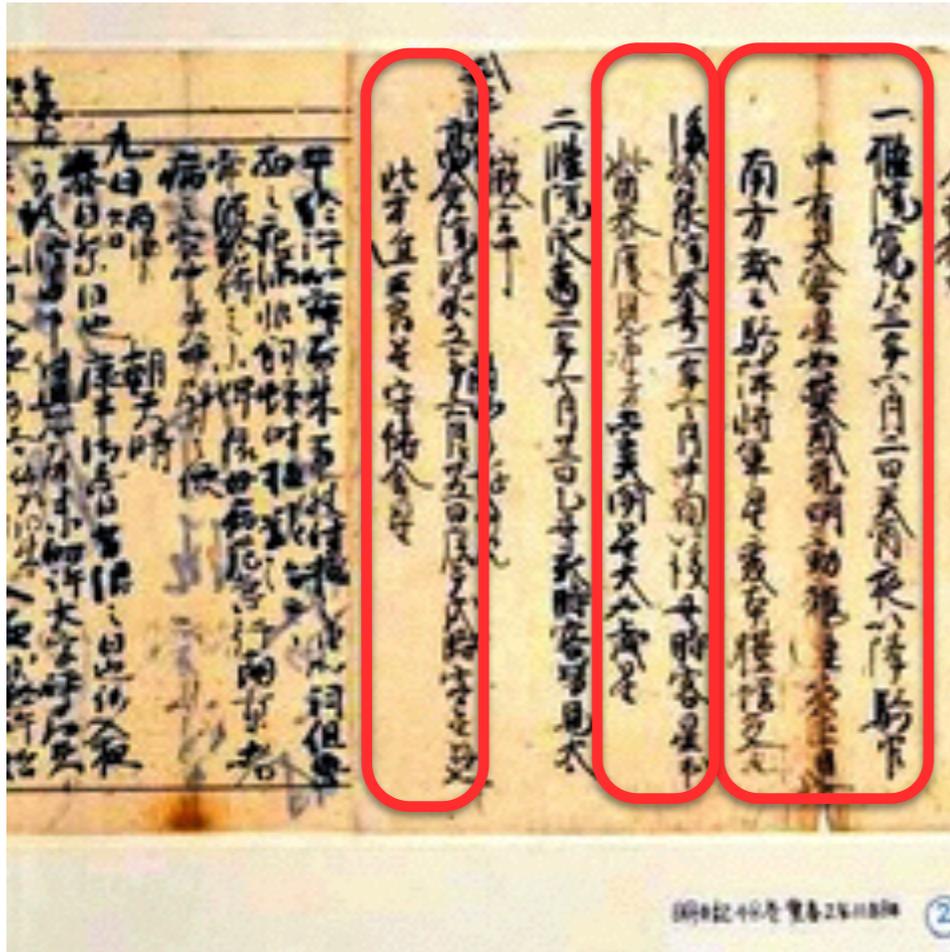
② 清明の子孫（詳細不明）がSN1054を観測

③ 清明の子孫（詳細不明）がSN1181を観測

藤原定家本人も見ている可能性あり



1 安倍清明の息子， 安倍吉昌がSN1006を観測



一條院 寛弘三年四月二日 葵酉
夜以降 騎官中 有大客星 如螢惑
光明動耀 連夜正見南方
或云騎陣將軍星變本體：



図2 1006年の大客星

SN 1006

7200光年. 記録に残されている限り、歴史上で最も視等級が明るくなった天体（太陽と月を除く、-7.5等[1]）.

1006年4月30日から5月1日の夜におおかみ座領域に初めて出現したこの「客星」は、スイス、エジプト、イラク、中国、日本、そして恐らくは北アメリカの観察者たちにより記録されている.

SN 1006 Supernova Remnant

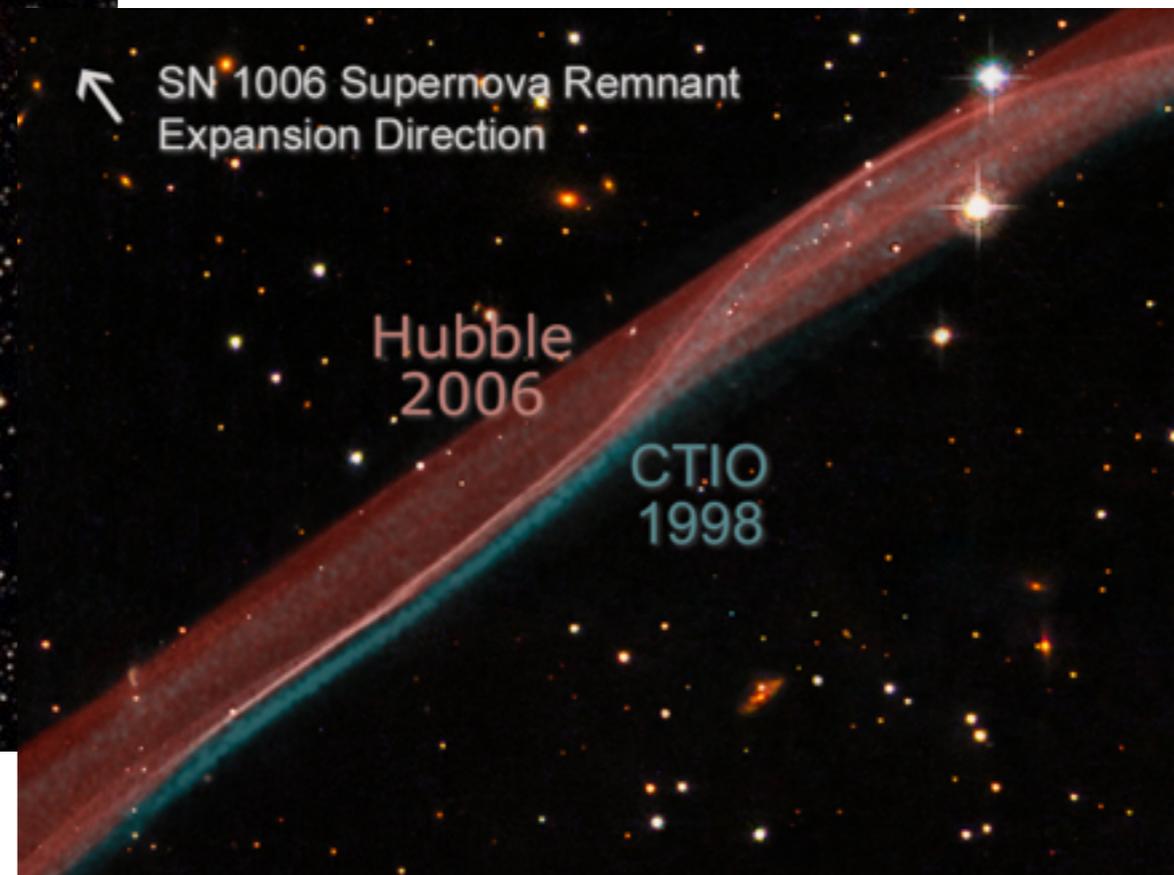
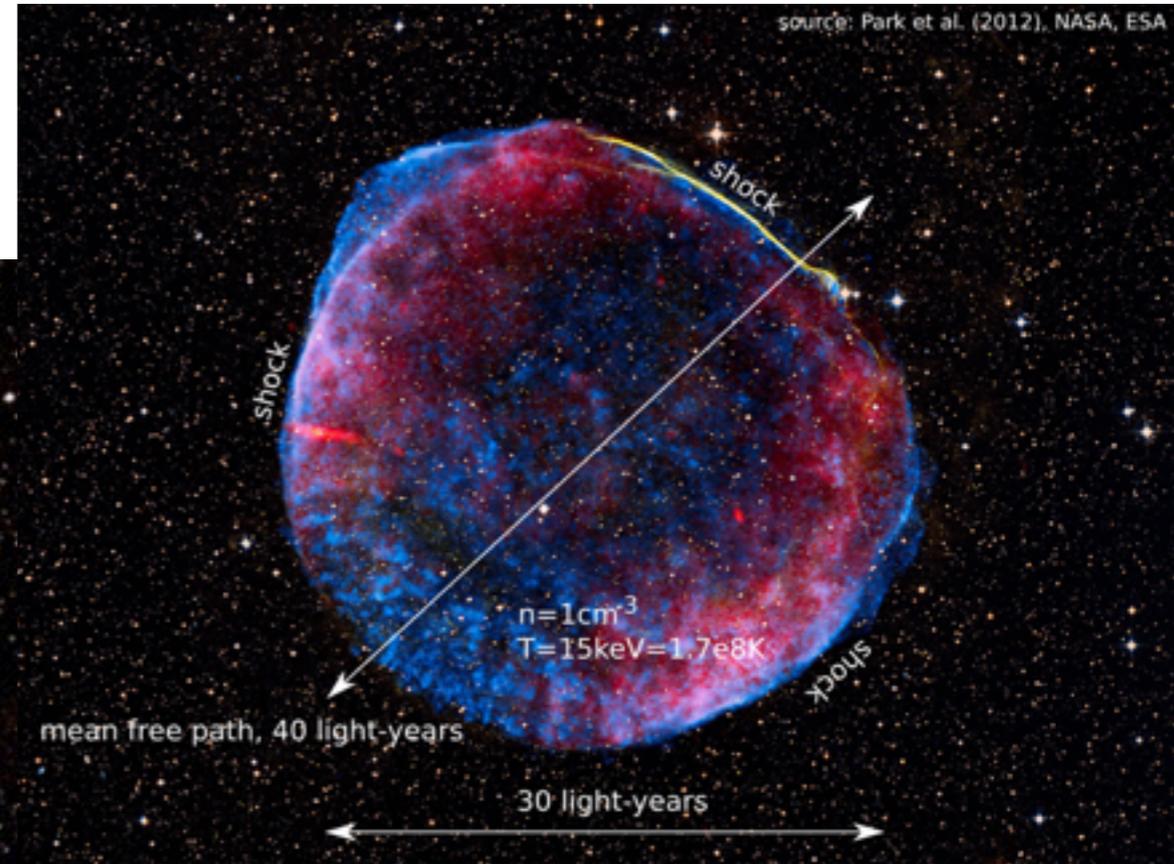
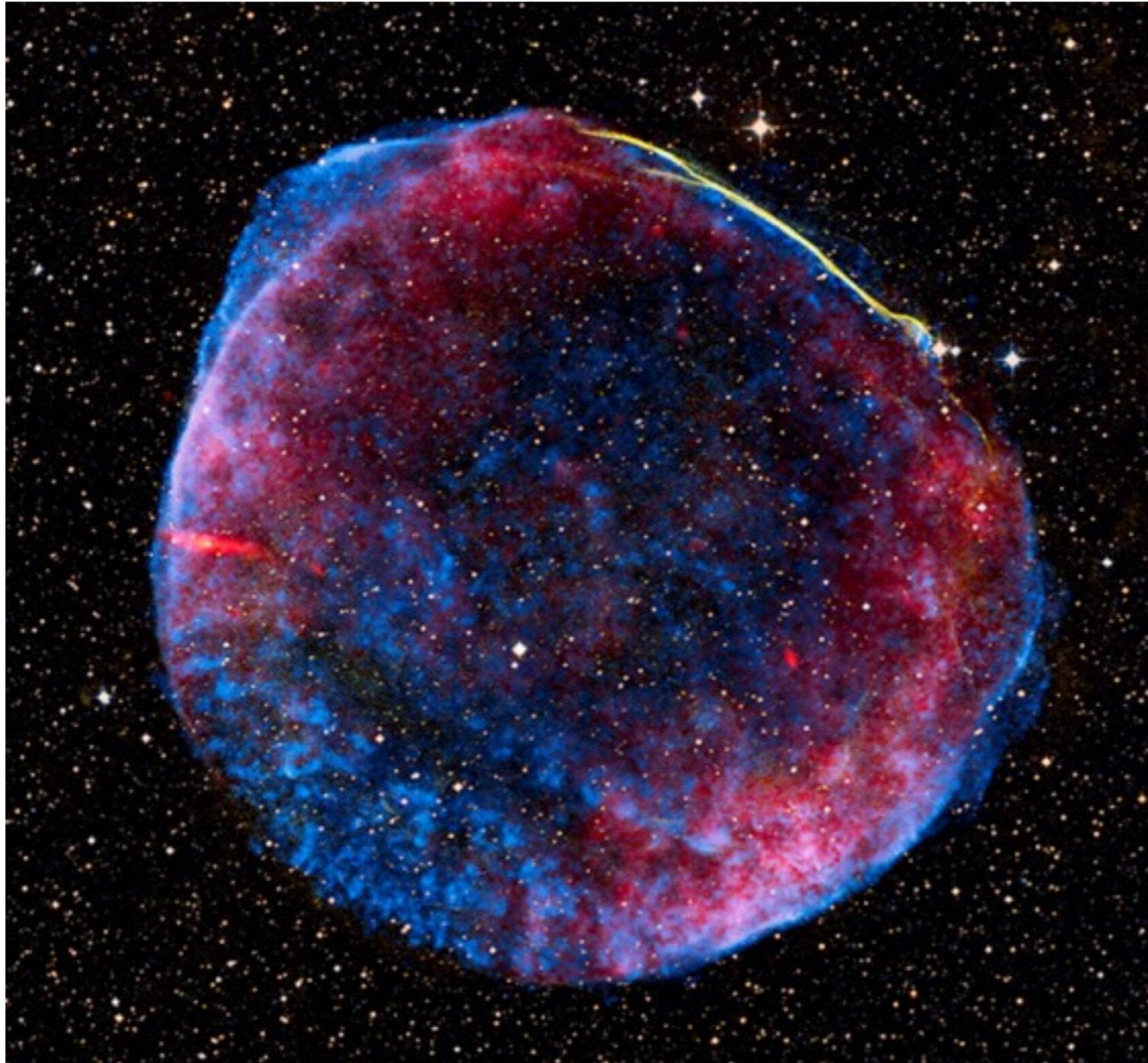
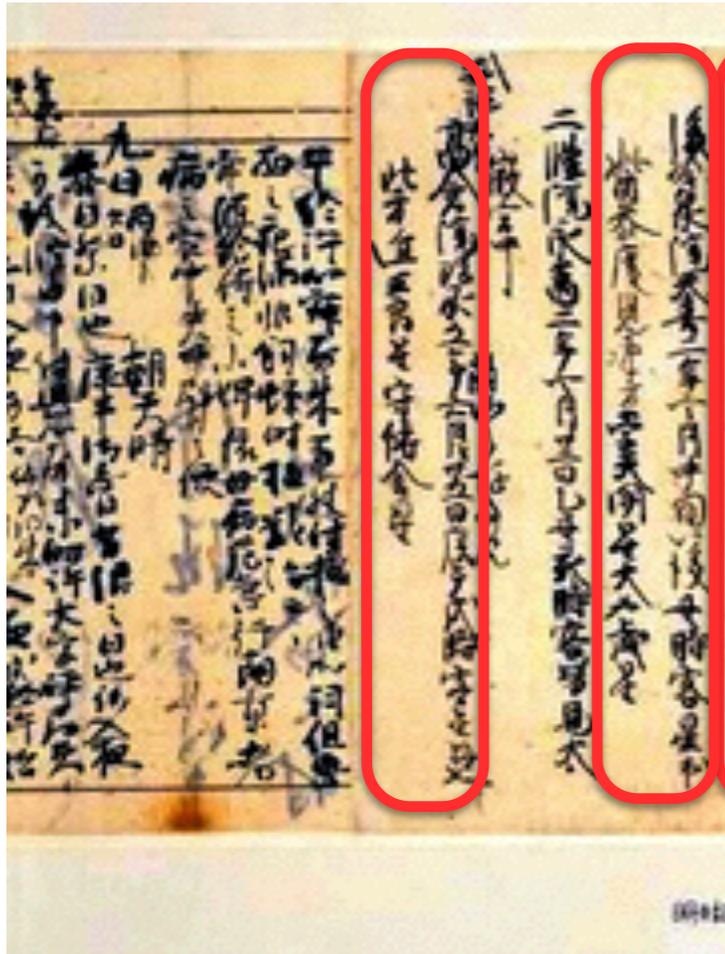


Image credit: Chandra, Hubble, and NRAO teams,
retrieved from heasarc.gsfc.nasa.gov.

2 清明の子孫（詳細不明）がSN1054を観測



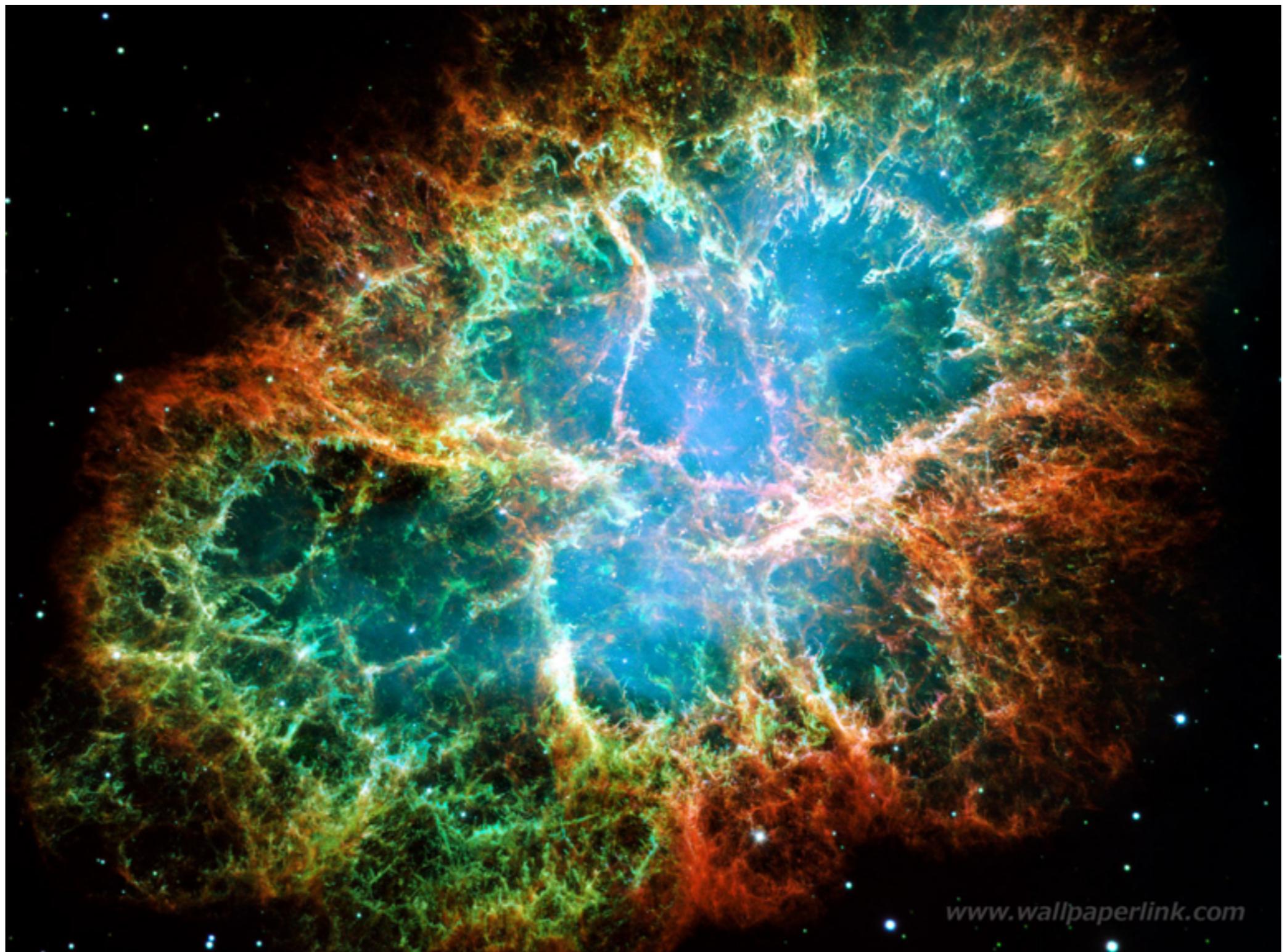
後冷泉院、天喜二年四月中旬以後丑時
客星觜参ノ度ニ出ズ、東方ニ見エ、
天関星ニ孛ス 大キサ歳星ノ如シ



図3 1054年の客星

かに星雲（Crab Nebula, M1, NGC1952）

おうし座にある超新星残骸，距離は7000光年。
超新星の出現当時は金星ぐらいの明るさになり，23日間にわたり昼間
でも肉眼で見えた，夜間は後2年間も見えていた。



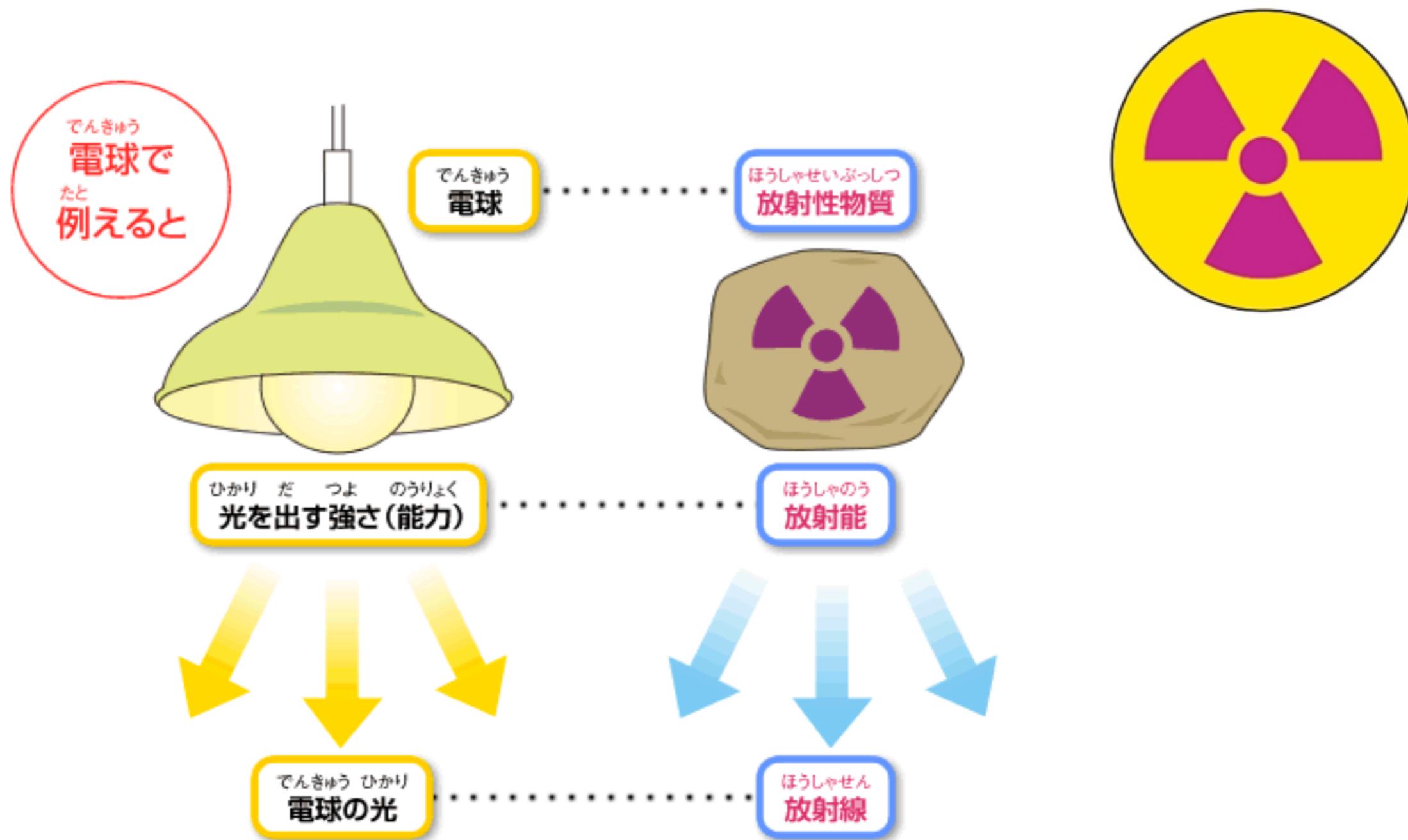
かに星雲 (Crab Nebula, M1, NGC1952)

中心にある星は、パルサー（中性子星）で、1969年発見。

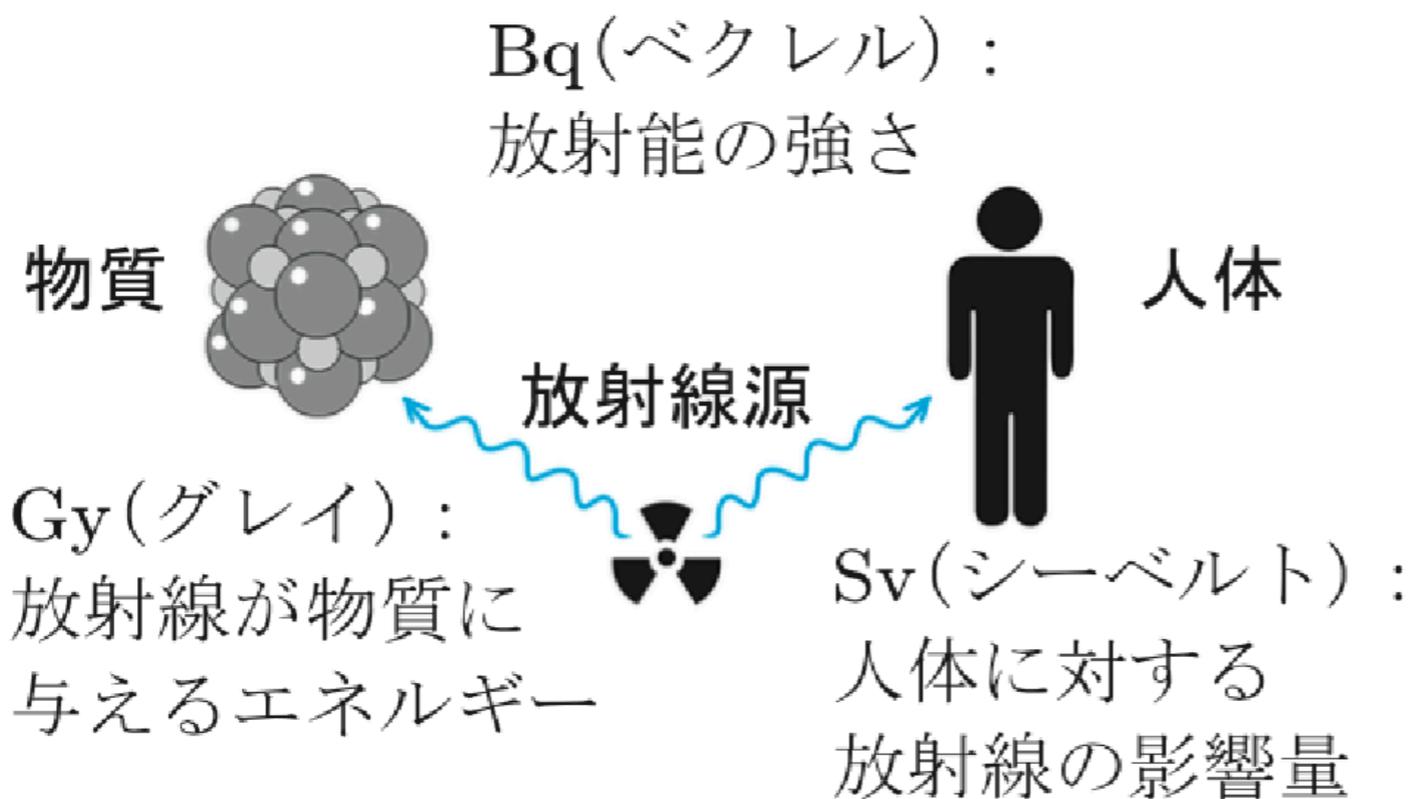
直径は約10km. 光度は16等級. 1秒間に30回という高速回転をしており、33msの周期で電波やX線を出し、また可視光線で星雲全体を照らしている。

9.3 人体に対する放射線の影響 — 未知な要素の多い現実

自然界には、放射線がある程度存在しており、皆無ではない。どれだけ人体が被曝すると危険なのか、という明確な数字がわかっているわけでもない。



放射線に関する単位



Antoine Henri Becquerel
(1852-1908)



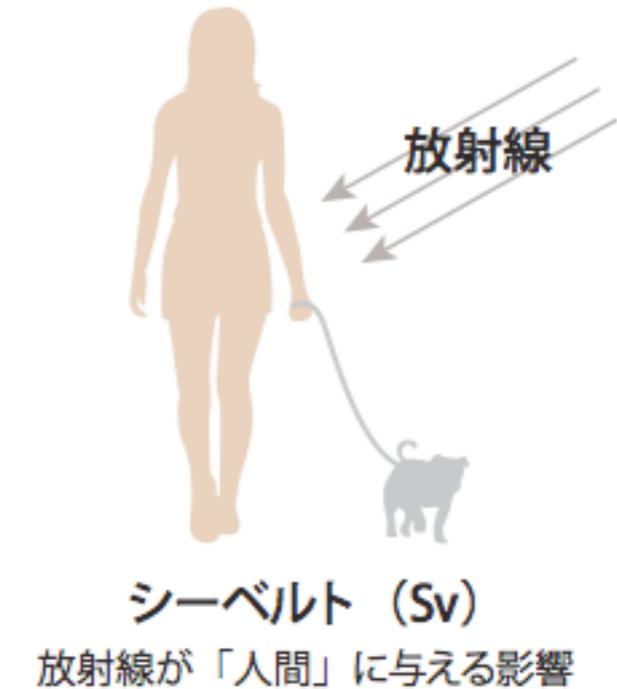
Rolf Maximilian Sievert
(1896-1966)

放射能	ベクレル Bq	1つ/1秒 = 1ベクレル
吸収線量	グレイ Gy	放射線が当たって与えるエネルギー
線量	シーベルト Sv	人体に対する影響量を評価する単位

Louis Harold Gray
(1905-1965)

グレイとシーベルトの関係

シーベルトの値 = グレイの値 × 放射線荷重係数※1 × 組織荷重係数※2



◆放射線荷重係数

等価線量を計算する際
の係数

α 線: $1 \text{ Sv} = \frac{1}{20} \text{ Gy}$

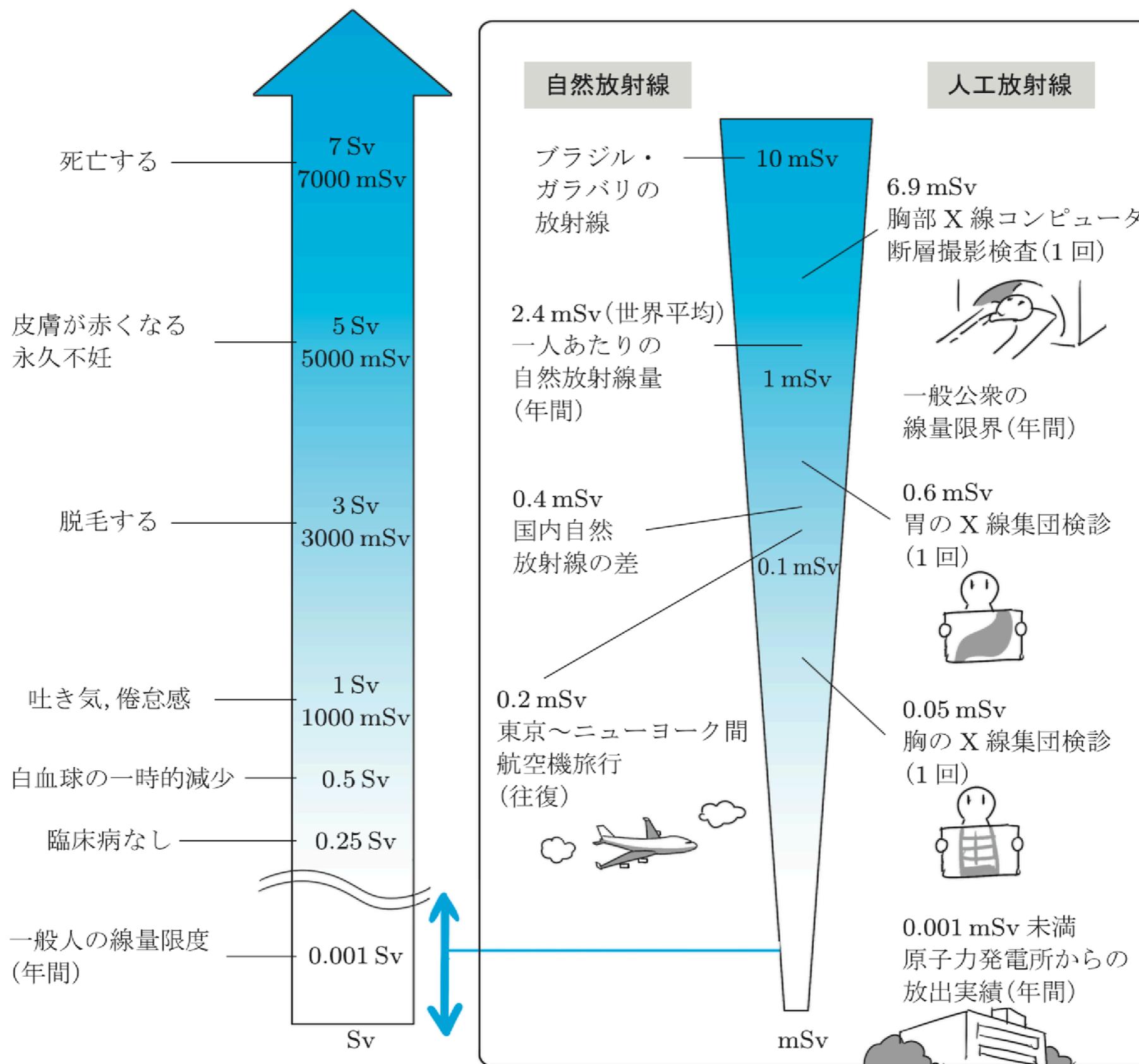
β 線: $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy}$

γ 線: $1 \text{ Sv} = 1 \text{ Gy}$

表 6: 測定された Bq から, μSv に変換する係数.
例えば, 成人が ^{134}Cs 由来の放射能 1000 Bq を
含む食品を食べた場合, $1000 \times 0.019 = 19\mu\text{Sv}$ の
放射線量を受け取ったことになる.

	幼児	少年	青年	成人
ヨウ素 ^{131}I	0.075	0.038	0.025	0.016
ヨウ素 ^{133}I	0.017	0.0072	0.0049	0.0031
セシウム ^{134}Cs	0.013	0.014	0.019	0.019
セシウム ^{137}Cs	0.0097	0.01	0.013	0.013

放射線が人体に対する影響



(a) Sv スケール

(b) mSv スケール



荒木田 英禎さんが新しい写真3枚を追加しました

8月30日 19:36 · 🌐

午前中、雨が小雨になったのでジョグしようと思い、家から10分ほどのところの荒池公園に行ってみた。が、足元が悪く滑りやすかったのでウォーキングに変更。

せっかくなのでさらに先にある酒蓋公園に行ってみた。荒池公園よりもアップダウンが激しい感じ。

酒蓋公園を歩いていたら除染しましたの看板が。しかし数日前の27日に除染しているのに0.33 μ Sv/h ...高い。荒池公園のモニタリングポストも

0.261 μ Sv/hだった。

夕方、買い物のついでに郡山駅前のモニタリングポストをみると

0.167 μ Sv/h。大学の線量と同じくらい。

都市部の公園でも線量がまだ高いのに双葉郡の帰還を進めるのが本当に妥当なのか考えさせらる。

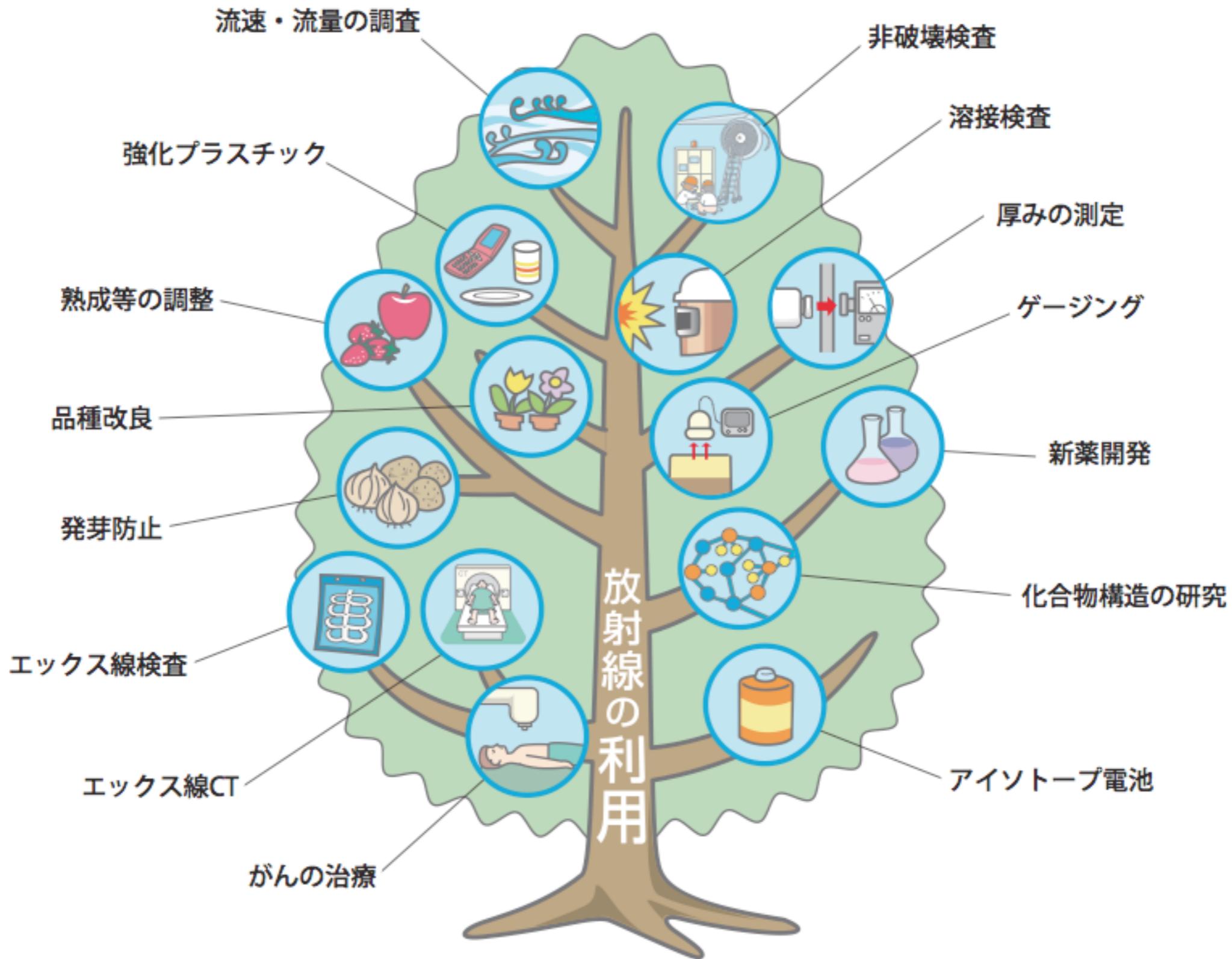


👍 いいね!

💬 コメント

➦ シェア

放射線のいろいろな利用





プロジェクトX 挑戦者たち

起死回生の突破口 8ミリの悪魔VS特命班／最強の害虫・野菜が危ない

昭和47年、日本への復帰に沸く沖縄で、人々を震撼させる出来事が起きた。東南アジアから恐るべき害虫が飛来したのである。「ウリミバエ」。体長わずか8ミリのこの虫は、カボチャ、ピーマンなどの野菜に寄生し卵を産み付ける。野菜には瞬く間にウジが沸き、腐ってしまう。世界各地で猛威を震い恐れられていた、史上最悪の害虫「8ミリの悪魔」だった。

天敵のいない沖縄の島々で、ウリミバエは大繁殖。次第に北上した。もし、本土に上陸すれば、日本の野菜全体が壊滅的な被害を受ける。日本政府は「植物防疫法」により、沖縄県からの野菜の持ち出しを厳禁した。

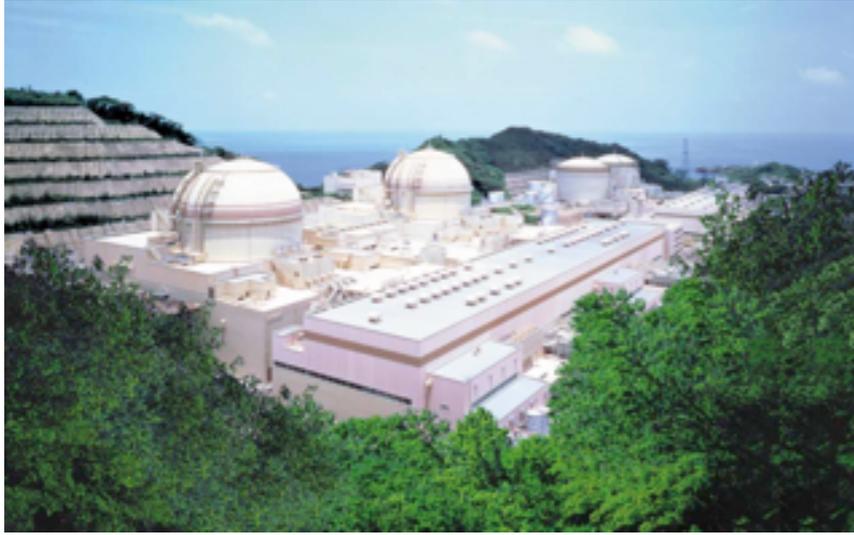
「沖縄全域からウリミバエを根絶しよう」沖縄県農業試験場の研究者を中心に、プロジェクトチームが結成された。リーダーは与儀嘉雄。農家の息子の植物防疫官だった。農家の苦しみを目の当たりにしてきた男の、必死の根絶作戦が始まった。しかし、農薬を持ってしても根絶出来ない最強の害虫を前に、プロジェクトは行き詰まった。ウリミバエは沖縄本島を席卷し、九州上陸は時間の問題となった。

「沖縄でウリミバエをくい止める」政府は、ウリミバエ根絶のため、思いも寄らぬ方法を沖縄県に提案した。それは、放射線「コバルト60」をハエに照射して、生殖細胞を破壊。繁殖力を失ったハエを増殖させることで、何十年もかけて撲滅するという、気の遠くなるような作戦だった。

全てが手探りの中、沖縄の男たちと虫との壮絶な戦いが始まった。作戦が始まって一年、二年と過ぎる中、ハエが減り始めた。「これで、ついに撲滅出来る」プロジェクトが、そう確信した時、その行く手に、とんでもない壁が立ち上がった。それは、沖縄在留アメリカ軍基地。「内なる国境」だった。

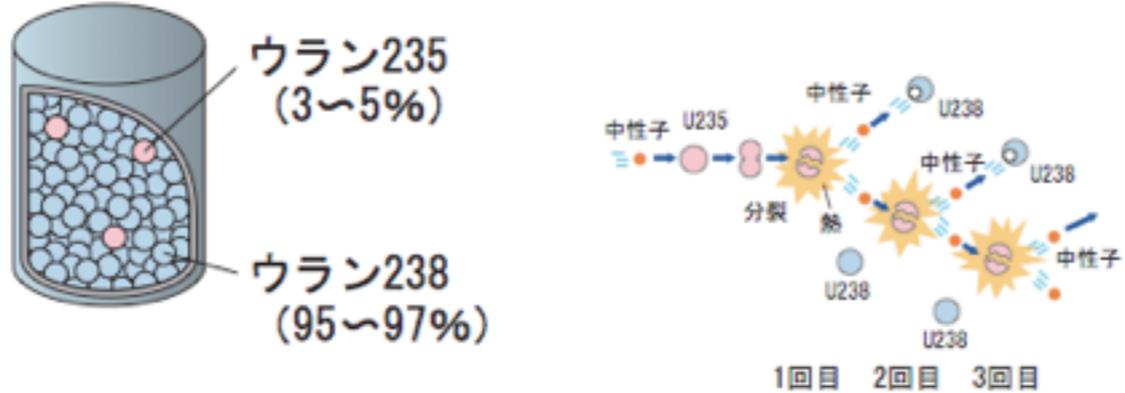
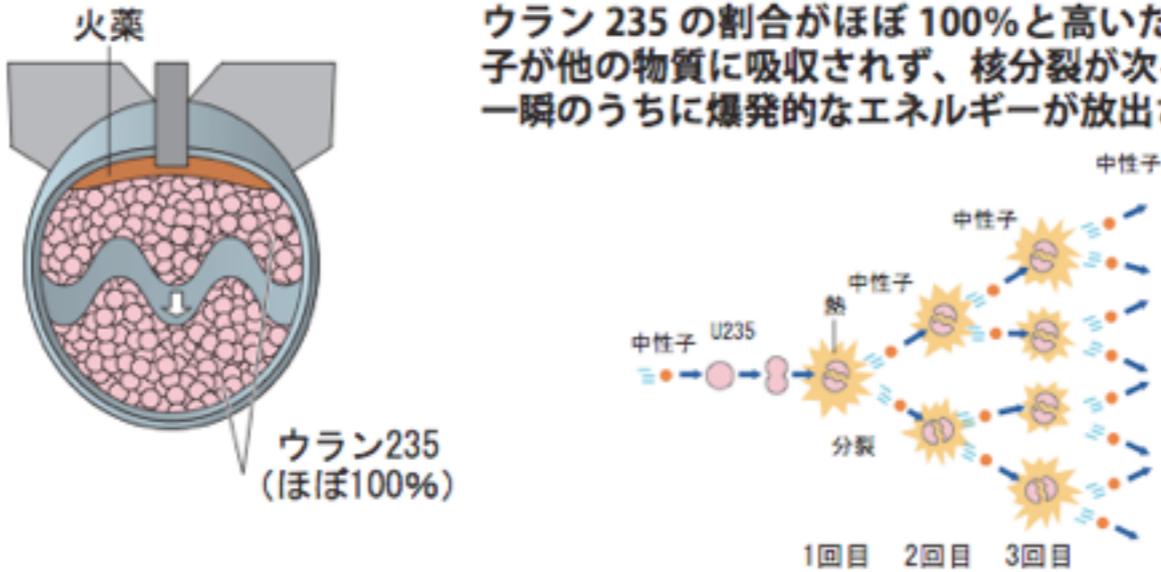
21年に渡る闘いの末、ウリミバエの根絶に成功。日本の食糧を守り抜いた沖縄の男たちのドラマを描く。

原子力発電



<http://www.gengikyo.jp/facility/powerplant.html>

原子力発電と原子爆弾の違い

	ウラン 235 とウラン 238 の割合と核分裂連鎖反応	核分裂数の制御の方法
原子力発電の場合	<p>ウラン 235 の割合が低く、中性子がウラン 238 に吸収される等の理由により核分裂が一定の規模で継続する。</p> 	<p>制御棒が多数設置されており、また自己制御性があるため急激に核分裂数が増加することはない。</p>
原子爆弾の場合	<p>ウラン 235 の割合がほぼ 100% と高いため、中性子が他の物質に吸収されず、核分裂が次々起こり、一瞬のうちに爆発的なエネルギーが放出される。</p> 	<p>制御棒が設置されておらず、自己制御性がないため、急激に増加する核分裂を止めることはできない。</p>

3県沿岸 壊滅状態



東日本巨大地震 津波被害、救援始まる

死者・不明1100人超す

津波被害、救援始まる

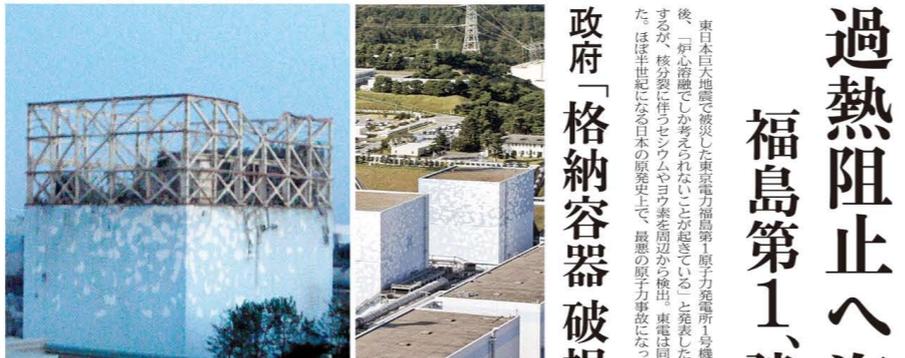
東日本巨大地震は発生から約2日を迎え、死者・不明者1100人を超す。津波被害は、宮城県、福島県、茨城県、千葉県、東京都の5県に及ぶ。被災地では、救援活動が本格化し始まっている。被災者への支援活動も進んでいる。

被害状況(12日午前11時30分現在)

死者	413人
行方不明者	784人
負傷者	1128人
損壊家屋	半壊・半焼以上 2759戸
	一部損壊 2444戸

(注)警察庁まとめ。未確認情報を含む

原発の炉心溶融



過熱阻止へ海水注入 福島第1、建屋が爆発

東日本巨大地震で被災した東電福島第1原子力発電所1号機について、経済産業省原子力安全・保安院は12日午後、炉心溶融に陥りかねないことが分かったと発表し、炉心の冷却を確保する必要があると述べた。炉心の溶融は、放射性物質を大量に放出する恐れがある。

政府「格納容器破損ない」

原子力発電所の格納容器が破損しているという噂が流れていたが、政府は格納容器は破損していないと確認している。格納容器は、放射性物質を containment するための重要な役割を果たしている。

避難20キロ圏に拡大

福島第1原子力発電所からの避難区域が、半径20キロメートルに拡大された。これは、炉心の溶融による放射性物質の放出リスクが高まったためである。

原発破損回避へ減圧

放射能含む水蒸気放出へ

福島第1・第2 放射能を含む水蒸気放出へ

福島第1原子力発電所1号機で、炉心の溶融を回避するため、放射能を含む水蒸気を放出する計画が発表された。これは、格納容器の内部圧力を下げ、冷却水を注入するための手段である。

関東、計画停電も

東電が節電を要請

関東地方で計画停電が行われる見込み。東電は節電を要請している。

長野で震度6強

負傷10人

長野県で震度6強の地震が発生し、10人が負傷した。津波被害も発生している。

最悪の原発事故

新幹線が架線が切断

福島第1原子力発電所からの放射性物質の放出が、新幹線の架線切断を引き起こした。電力不安の長期化も懸念されている。

日経電子版

政府広報 水俣病対策法に基づき 給付の申請を受け付けています。

日経電子版

初めの数回は無料。お申し込みはこちら。

確認された主な被害

大船渡市	人口約4万人、一部の家屋が被災
住田町	人口約9000人、町と連絡がとれず
津波	津波で壊滅状態
宮城県	人口約7万4000人、世帯数約2万6000
福島県	人口約250万人、世帯数約45万
宮城県	人口約1万1千人、津波により、津波被害が確認
茨城県	人口約1万1千人、津波により、津波被害が確認
千葉県	人口約3万8000人、津波で一部の家屋が被災
東京都	人口約1億2千万人、津波により、津波被害が確認



WORLD MARKETS

日経平均	17,568.90
ダウ工業	11,900.00
ユーロ Stoxx	3,125.15
FTSE100	5,628.67
日経電子版	2715.51
円相場	81.80=80.90
為替	113.70=80.80

日経電子版

お申し込みはこちら。

日経電子版

お申し込みはこちら。

東日本巨大地震

宮城南三陸町 9500人連絡取れず

東日本巨大地震の発生から2日を迎え、宮城県、福島県の東北3県の沿岸部を中心に深刻な被害が広がっている。12日午後には、東北地方も含め、全国的に津波の被害が引き下げられた。死者・行方不明者は合計3000人を超え、壊滅的な被害が出た東北の太平洋沿岸は、状況の把握が難しくなっている。

死者・不明1300人超す

東日本巨大地震の発生から2日を迎え、死者・不明者1300人を超す。津波被害は、宮城県、福島県、茨城県、千葉県、東京都の5県に及ぶ。



被害状況(13日午前0時現在)

死者	686人
行方不明者	642人
負傷者	1426人
損壊家屋	半壊・半焼以上 5259戸
	一部損壊 7622戸

(注)警察庁まとめ。未確認情報を含む

被災者への支援活動

被災者への支援活動が本格化し始まっている。被災者への支援活動も進んでいる。

水俣病対策法に基づき

給付の申請を受け付けています。

TERAL

水と空気未来を創る。

ご購入・ご試読のお申し込み

☎0120-83-4946

<http://www.nikkei4946.com/tg/>



複数回の試読お申し込みは、お断りさせていただく場合があります。

電子版アドレス

<http://www.nikkei.com/>

圧力弁を開放

東京電力は13日、福島第1原子力発電所3号機で原子炉の冷却機能が失われたと発表した。前日からの電源喪失の影響で高圧注水系と呼吸装置が自動停止したため。東電は格納容器内の圧力を抜くための弁を開ける作業を実施し、同日午前8時41分に完了した。

東電は午前5時、原子力災害対策特別措置法に基づいて国に対し緊急事態(特別事象)を通報した。今回の地震での緊急事態の通報は6機目。圧力弁を開けたことで、3号機からも放射性物質を含む空気が大気中に一部放出される可能性がある。

枝野幸男官房長官は13日午前の記者会見で、前日に炉心が溶融した福島第1原子力発電所の1号機について「原子炉圧力容器の内

福島原子力発電所の現状

福島第1原子力発電所	
1号機	地震で停止。圧力容器冷却のため、海水を注入中
2号機	地震で停止。安全確保のため、圧力弁の開放も検討。冷却機能は継続
3号機	地震で停止。冷却機能が停止し、原子炉の圧力弁を開放。圧力容器冷却のため、真水を注入中
4~6号機	定期検査中
福島第2原子力発電所	
1、2、4号機	地震で停止。安全確保のため、圧力弁の開放も検討。圧力容器内の水位は安定
3号機	地震で停止。原子炉は冷温で停止

側には海水が満たされ、いと判断されると述べた。1号機の水位

計は正確に計測できない状態になっており、ポンプの能力どおりに海水が供給されていることから判断したという。「周辺の放射線モニタリングの数値にも変化はない」とも語った。

燃料上部が露出した福島第1原子力発電所3号機については「(同日)午前9時5分に安全弁を開いて(原子炉内の)圧力が低下し、同日9時8分に真水の注入を開始した」と述べた。同日9時20分には格納容器の排気を開始、同日9時25分にはホウ酸を混入した。

原発3号機も緊急事態

福島第1、冷却機能失う



福島県の東京電力福島第1原発=12日午前9時35分

👉 続く

原発6機緊急事態

3号機建屋爆発の恐れ

東日本巨大地震で被災した福島第1原子力発電所3号機について、経済産業省原子力安全・保安院は13日、冷却機能が失われたと発表した。同1号機と同じように冷却水が送れなくなると水素が発生し、原発の建屋が爆発する可能性もある。東京電力は午前5時、原子力災害対策特別措置法に基づいて国に対して緊急事態(特別事象)を通報した。今回の地震での緊急事態の通報は6機目となった。

保安院によると、同3号機は13日早朝から冷却水を入れられなくなり上昇した格納容器の圧力を下げるため、同日午前9時前に弁を開けて水蒸気を大気中に放出し始めた。燃料棒が冷却水から3以上に出て炉心溶融の危険性も高まりつつあったが、真水とホウ酸の注入を始めた後、海水に

切り替えた。水素爆発の恐れを大きく上回った。急上昇について、東電は調査中としている。今のところは炉心溶融を示すようなセシウムなどの核分裂生成物は観測できていない。

一方、12日に炉心溶融が起きて海水の注入を始めた同1号機について、同保安院は順調に作業は進んでいるとしている。ただ、ウラン燃料の反応で海水が蒸発するため、今後も燃料棒が表面に出ないよう海水の注入を続け、冷却水を動かすための電源車の確保などを進めるとしている。

同1号機は地震後に冷却水が送れなくなり、格納容器内の圧力が限界値の2倍まで高まり、容器内にたまった水蒸気を逃がす作業を12日午後に始め少量の放射性物質を大気中に放出したが、ウラン燃料を覆う被覆管が破損し、燃料が漏れ出す炉心溶融がおき、午後3時半過ぎには原子炉建屋内にたまった水素が爆発する事故が起きた。



東京電力の福島第1原発3号機(矢印、2008年10月、福島県大熊町)

福島原子力発電所の現状

福島第1原子力発電所	
1号機	地震で停止。圧力容器冷却のため、海水を注入中
2号機	地震で停止。安全確保のため、圧力弁の開放へ
3号機	地震で停止。冷却機能が停止し、原子炉の圧力弁を開放。圧力容器冷却のため、真水・海水を注入中
4~6号機	定期検査中
福島第2原子力発電所	
1、2、4号機	地震で停止。安全確保のため、圧力弁の開放も検討。圧力容器内の水位は安定
3号機	地震で停止。原子炉は冷温で停止

目 続く

水中ポンプから 水処理機器・脱水機、そして真空ポンプ。 ツルミポンプ 株式会社 鶴見製作所

本日特別紙面 電子版で最新ニュース 東日本大地震の被害が全国にわたります。本日付朝刊を24

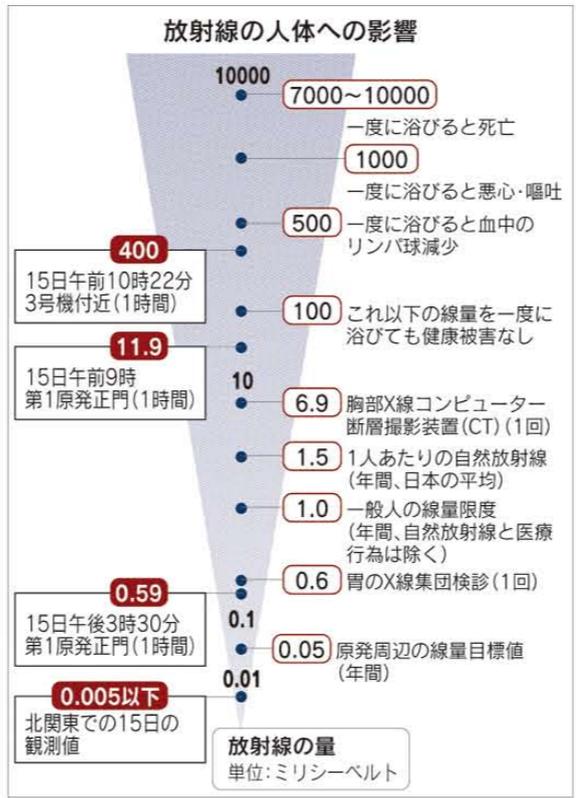
原発危機回避へ注水続く

福島第1の1、2、3号機冷却急ぐ

4号機の使用済み燃料の過熱を警告

東日本大地震で被災した東京電力福島第1原子力発電所は15日も危険な状態が続いた。冷却作業が難航する1、2、3号機は核燃料棒の一部が露出し、東京電力が懸命の注水作業を継続。定期点検中で使用済み核燃料が格納容器の外にある4号機は建屋での爆発後、火災は収まったが、使用済み核燃料の温度上昇などが懸念されている。測定された施設内の放射線量が低下するなどの材料はあるが、なお事態は予断を許さない。(使用済み核燃料は3面「きょうのことば」参照)

関東でも「健康に影響なし」 微量放射線



東日本大地震で被災した東京電力福島第1原子力発電所での相次ぐ事故に伴い、原子力施設からの放射性物質の漏洩や首都圏を含む他地域への拡散が現実の問題になってきた。関東でも次第に数値が上昇しているものの、人の健康には影響のないレベルにとどまる。冷静な対応が必要だ。

実態踏まえ行動 気体状の放射性物質は、風に乗って漂う「放射性雲」が発生し、煙のよう

死者・不明1万人超す

70歳代、90時間ぶり救出

東日本巨大地震

東日本巨大地震の被害は15日、死者・行方不明者が計1万9311人となった。避難生活を続ける人は約43万9千人に達している。被災地では同日、津波で流された民家などで動けなくなっていた被災者も救助された。



倒壊家屋で続く捜索活動(16日、岩手県大船渡市) 15日、死者・行方不明者が計1万9311人となった。避難生活を続ける人は約43万9千人に達している。

被害状況 死者 3373人 行方不明者 7558人 負傷者 1990人 (16日午前0時現在)

15日の東京株式市場で日経平均株価が急落し、終値は前日比101.5円34銭(10・55%)安に

生活物資 関東以下 軒並み急落した。東京電力の株価は2日連続で制限幅の下限(ストップ安水準)まで下落し、今週に入ってからの2日間

日経平均急落 8605円 1015円安、リーマン後に次ぐ 東日本大地震の被害が全国にわたります。本日付朝刊を24

福島原発 冷却急ぐ



地上放水・ヘリなど検討 施設内に作業難しく 高い放射線量

東電・政府

緊急した状態の福島第一原子力発電所。東電と政府は冷却のための準備を進めている。16日午前には使用済み燃料プールの入る建屋が爆発した。一時は火災が発生。建屋は水蒸気とみられる煙が立ち、格納容器の一部が損傷した可能性がある。放射線量が上昇し、作業が難しくなっている。地上放水や、空中から水や冷却材のホウ素散布を検討している。

3号機も破損の公算

4号機であったが、同日、3号機も破損の公算がある。16日午前、3号機の建屋が爆発した。放射線量が上昇し、作業が難しくなっている。地上放水や、空中から水や冷却材のホウ素散布を検討している。

死者不明 1万1500人超

被災地、冬の寒さに

東日本大震災から不明者計1万1500人以上を認めた。被災地では冬の寒さが厳しく、避難生活が困難な状況が続いている。

本日特別紙面

電子版で最新ニュース。東日本大震災のニュースは、電子版で最新ニュースを配信している。

東電、計画停電を継続

東北電、午前見送り 首都圏の鉄道混雑は緩和

東電は計画停電を継続している。東北電力は午前見送り、首都圏の鉄道混雑は緩和されている。

本日本地地震

本日本地地震のニュース。被災地の状況や、政府の対応について詳しく解説している。

安寿 あんじゅ

「安寿」介護用品
排泄、入浴、移動、歩行、住改、生活支援
東亜合成グループ
アロン化成
http://www.aronkasei.co.jp/

日経平均一時500円超上げ

原発にらみ伸び悩み 円急騰、79円台

16日の東京株式市場で、日経平均株価は一時500円超えを記録した。原発問題の影響を受け、市場は慎重な動きを示している。

NY株137ドル安

ニューヨーク株式市場で、ダウ工業平均株価は137ドル下落した。市場は不安定な動きを示している。

電力確保へ緊急対策

政府火力増強1カ月以内に

電力確保のための緊急対策。政府は火力発電の増強を1カ月以内に完了させる方針を示している。

5兆円補正月内編成を

日経センター復興対策で提言

5兆円補正予算の編成を提言。復興対策のための資金確保が急務とされている。

春秋

米国の連邦緊急事態管理庁(FEMA)と、日本政府との関係について解説している。

苦難の日々分かち合う

天皇陛下、ビデオでお言葉

天皇陛下は被災者に向けて、ビデオでお言葉を述べられた。被災者の苦難を分かち合うよう呼びかけている。

福島第1放水車で原発冷却へ

ヘリ見合わせ 米軍が無人偵察機

福島第一原子力発電所での放水作業。ヘリコプターの運用や、米軍の無人偵察機の活用について詳しく解説している。

死者・不明者 1万2500人超

東日本大震災の死者

東日本大震災の死者・不明者数が1万2500人を超えた。被災地の状況や、政府の対応について詳しく解説している。

被災者支援

被災者支援のための取り組み。被災者の生活再建を支援するための施策について詳しく解説している。

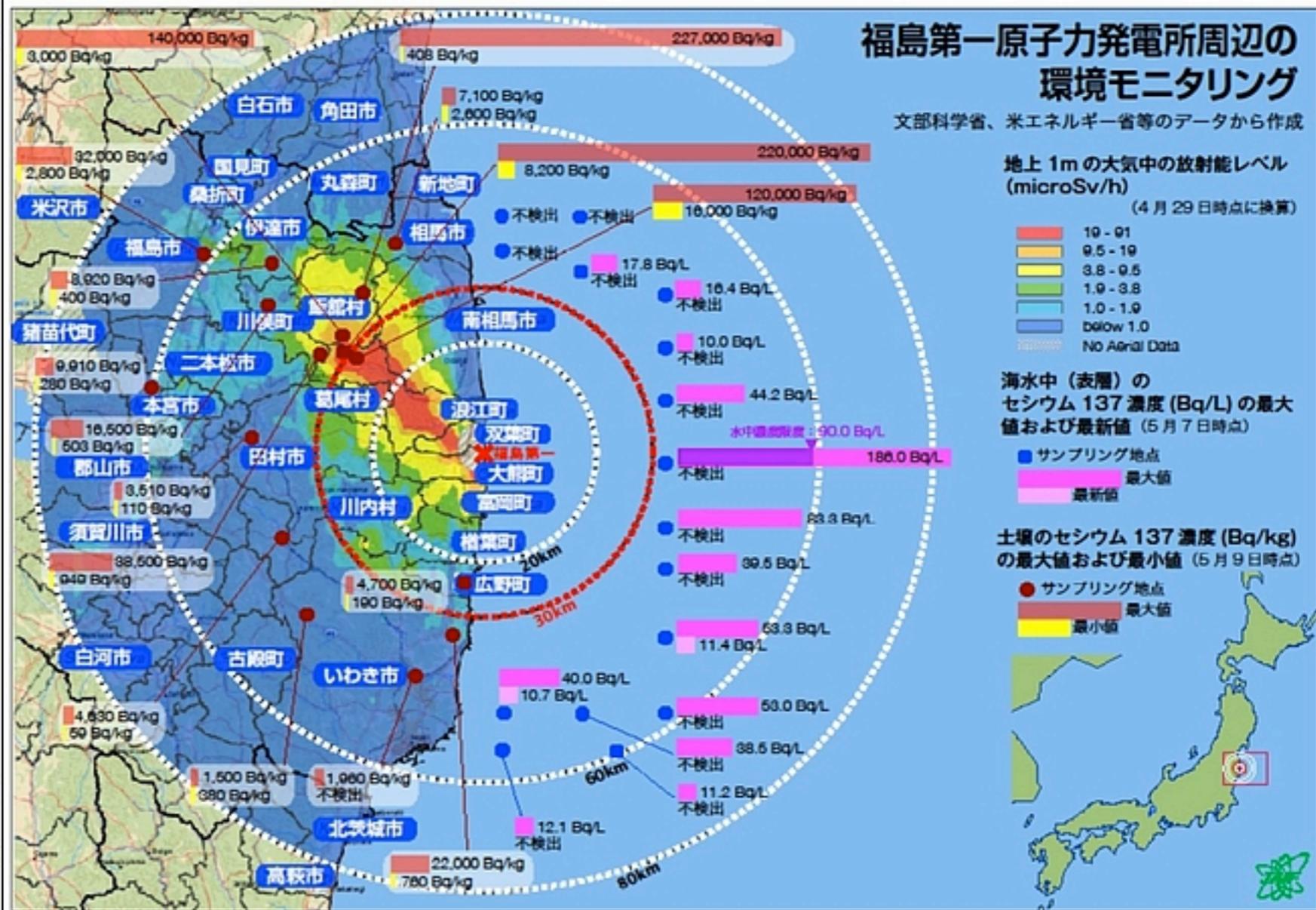
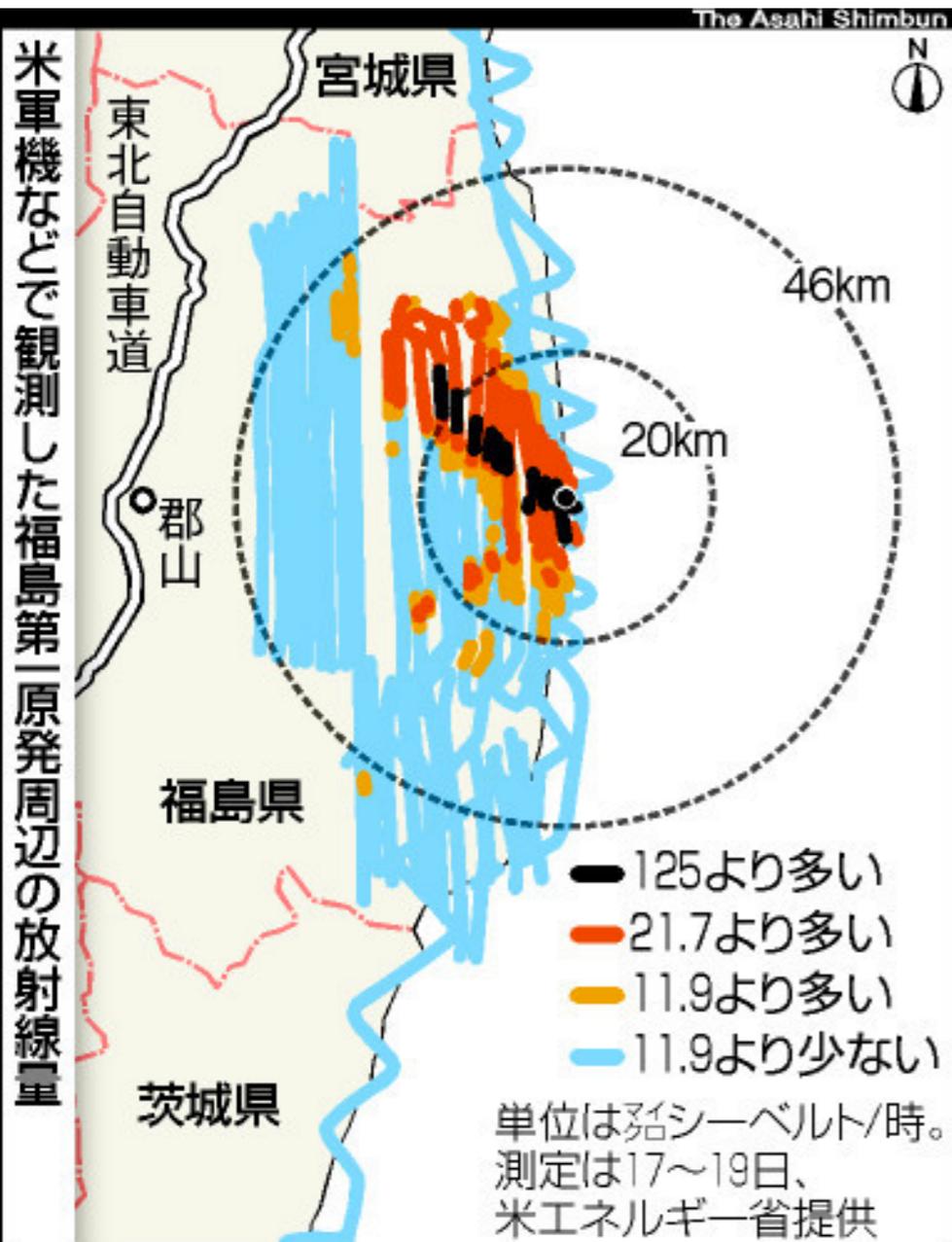
日経電子版

http://www.nikkei.com/

その空間に最適な照明を

人と地球と未来にやさしいものづくり
シーアイ化成株式会社
http://www.sik.co.jp

福島第一原子力発電所周辺



震災 1 週間後の上空での放射線量(単位は μSv)
[朝日新聞 2011 年 3 月 24 日].

2011 年 7 月 21 日時点 [NHK ニュース]

食品中の放射性物質

ダイジェスト版

食品中の放射性物質の 新たな基準値を設定しました

～より一層の食品の安全と安心のために～

東京電力福島第一原子力発電所の事故後、厚生労働省では、食品中の放射性物質の暫定規制値を設定し、原子力災害対策本部の決定に基づき、暫定規制値を超える食品が市場に流通しないよう出荷制限などの措置をとってきました。暫定規制値を下回っている食品は、健康への影響はないと一般的に評価され、安全性は確保されています。しかし、**より一層、食品の安全と安心を確保するために**、事故後の緊急的な対応としてではなく、**長期的な観点から新たな基準値**を設定しました（平成24年4月1日から施行）。

新たな基準値の概要

放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限を、年間5ミリシーベルトから年間**1ミリシーベルト**に引き下げ、これをもとに放射性セシウムの基準値を設定しました。

○放射性セシウムの暫定規制値

食品群	規制値 (単位:ベクレル/kg)
野菜類	500
穀類	
肉・卵・魚・その他	
牛乳・乳製品	200
飲料水	200

※放射性ストロンチウムを含めて規制値を設定

○放射性セシウムの新基準値

食品群	基準値 (単位:ベクレル/kg)
一般食品	100
乳児用食品	50
牛乳	50
飲料水	10

※放射性ストロンチウム、プルトニウムなどを含めて基準値を設定

●食品の区分を変更
●年間線量の上限を引き下げ

シーベルト：放射線による人体への影響の大きさを表す単位 ベクレル：放射性物質が放射線を出す能力の強さを表す単位

新たな基準値設定の考え方

年間の線量の上限值1ミリシーベルトから、飲料水による線量（約0.1ミリシーベルト）を引き、残りの線量を一般食品（乳児用食品、牛乳を含む）に割り当てます。

①「一般食品」の基準値

まず、年齢や性別などにより10区分に分け、それぞれの区分ごとに一般食品の摂取量と体格や代謝を考慮した係数を使って限度値を算出しました。その結果から、最も厳しい値（13～18歳の男性：120ベクレル/kg）を下回る、**100ベクレル/kg**を全区分の基準としました。これは、**乳幼児をはじめ、すべての世代に配慮した基準**です。



放射性物質が体内に入ると一定期間体内に残るので、**内部被曝**になる。

2012年4月から厚生労働省は、「長期的な観点から、より一層、食品の安全と安心を確保するために」食品に対する安全基準を変更した。

上限を下げたもので、内部被曝が、**年間を通じて1 mSvを超えない値**になるように設定されている。この基準値を上回ったものは出荷できない。

近代物理学の進展

1600

1700

1800

1900

1905

天文学

ガリレイ
ケプラー

電磁気学

ファラデー
マクスウェル

熱学

光学

流体力学

力学

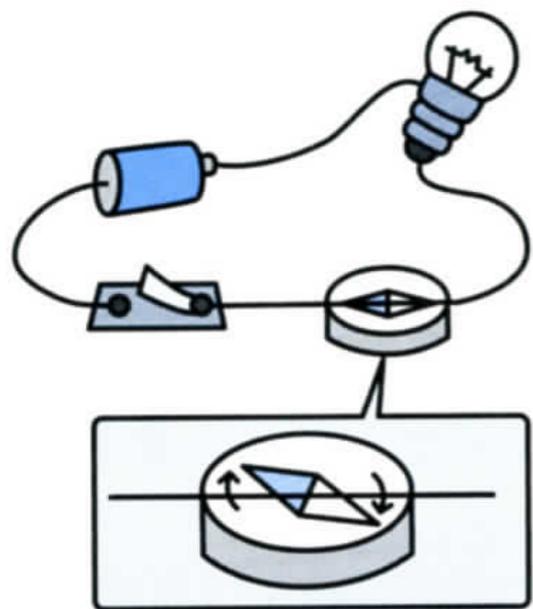
解析力学

ニュートン

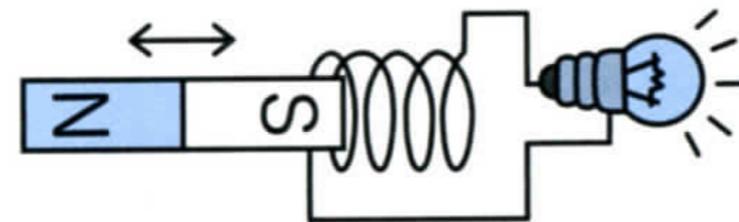
ラグランジュ
ハミルトン

物理学完成!?

電磁気学の進展



電流が流れると方位磁針の針が振れる。



ファラデー

コイルに磁石を出し入れすると電流が流れるぞ。

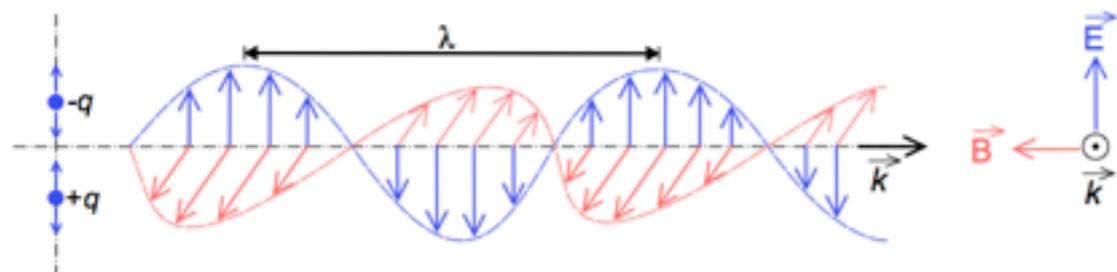
電磁誘導現象の発見 (1831年)

電気力と磁石の力は関係しあうから「電磁気学」としてまとめよう。

電磁気現象を説明する「マクスウェルの方程式」を完成させ (1864年)、電場と磁場が互いに作用して電磁波として伝わることを示す。



マクスウェル



ヘルツ

電磁波は確かに光の速さで伝わっていた。

電磁波 (電波) の受発信に成功し、光の電磁波説を実証する (1888年)

電磁気学の完成 (Maxwell, 1864)

電磁気学の基本方程式

次の4本の方程式から成り立つ。 \mathbf{E} は電場ベクトル, \mathbf{B} は磁場ベクトル, ρ は電荷密度, \mathbf{j} は電流ベクトル, c は光速とする。また, ∇ は微分演算子とする。

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho, \quad (2.20)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0, \quad (2.21)$$

$$\nabla \times \mathbf{B} - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = \frac{4\pi}{c} \mathbf{j}, \quad (2.22)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} = 0, \quad (2.23)$$

具体的には, 各ベクトルは

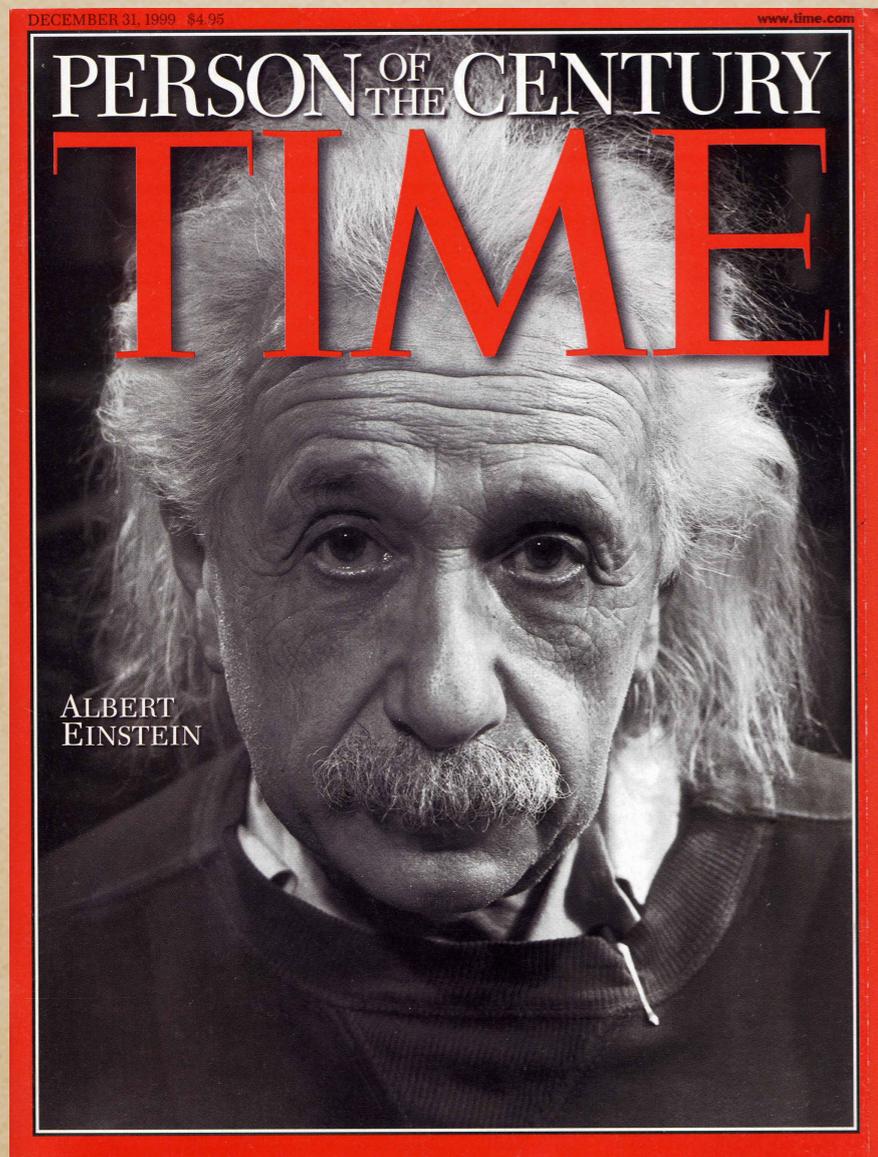
$$\mathbf{E} = \begin{pmatrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{pmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{pmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{pmatrix}, \quad \nabla = \begin{pmatrix} \frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y} \\ \frac{\partial}{\partial z} \end{pmatrix} \quad (2.24)$$

などと書け, \cdot と \times はベクトルの内積と外積を表す。したがって,

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z}, \quad \nabla \times \mathbf{E} = \begin{pmatrix} \frac{\partial E_z}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial z} \\ \frac{\partial E_x}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial x} \\ \frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y} \end{pmatrix} \quad (2.25)$$

などとなる。

アインシュタイン



アルベルト・アインシュタイン
1879 (明治12)/3/14
~1955 (昭和30)/4/18

Time
1999/12/31

アインシュタイン



科学の重要性と、自然や
宇宙に対する真理探究の
重要性を訴える1年間



26歳のアインシュタイン

国際物理年2005

1905年は奇跡の年 (1)

光電効果の理論

A. Einstein, *Annalen der Physik (Germany)*, 17, 132-148 (1905).
『光の発生と変換に関する一つの発見的な見地について』
(1905年3月18日投稿)

ブラウン運動の理論

A. Einstein, *Annalen der Physik (Germany)*, 17, 549-560 (1905).
『熱の分子論から要求される静止液体中の懸濁粒子の運動について』
(1905年5月11日投稿)

(特殊) 相対性理論

A. Einstein, *Annalen der Physik (Germany)*, 17, 891-921 (1905).
『動いている物体の電気力学』
(1905年6月30日投稿)

1905年は奇跡の年 (2)

光電効果の理論

光や電子が「波でもあり、粒子でもある」と考えれば、金属に光を当てたときに電子が飛び出す現象が説明できる。

⇒ 「量子力学」の基礎を与えた。

ブラウン運動の理論

「ブラウン運動をする粒子の運動を測定すれば、原子（分子）の存在が結論づけられる」と予言した。

⇒ 「確率過程論」の基礎を与えた。

(特殊) 相対性理論

時間の流れが、観測者によって異なることを主張。

$E=mc^2$ の公式を得た。原爆・水爆・原子力発電へ応用。

⇒ 「時間と空間の概念」を変えた。

近代物理学の進展

1600

1700

1800

1900

1905

天文学

ガリレイ
ケプラー

電磁気学

ファラデー
マクスウェル

熱学

光学

流体力学

力学

解析力学

ニュートン

ラグランジュ
ハミルトン

物理学完成!?

現代物理学の発展

1905

1916

1925

1960s

1980s

一般相対性理論

特殊相対性理論

ブラウン運動

光電効果



統計力学

量子力学

物性物理

原子核理論

物理化学

場の理論

生物物理

複雑系

経済物理

素粒子論

講義予定

平成 27 年 (2015 年) 度「宮水学園」マスター講座〈前期〉

日常は物理で満ちている —こんなところに自然法則—



真貝寿明

次回は9月18日です。

第 9 回 9 月 4 日 原子核の物理——核融合と核分裂の果て

第 10 回 9 月 18 日 タイムマシンの物理——相対性理論入門