

# 原子核と元素合成の秘密

川畑 貴裕

京都大学大学院理学研究科

物理学・宇宙物理学専攻

物理学第2教室

原子核ハドロン物理学研究室

# はじめに

わたしたちの身の回りには、どこで作られたのでしょうか？  
生まれたばかりの宇宙には、陽子と中性子しか存在しませんでした。  
その宇宙で元素が作られる仕組みには、原子核が深く関係しています。

1 H																	2 He														
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne														
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar														
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														
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														
55 Cs	56 Ba	57~71 La-Lu	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														
87 Fr	88 Ra	89~103 Ac-Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh																			
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
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

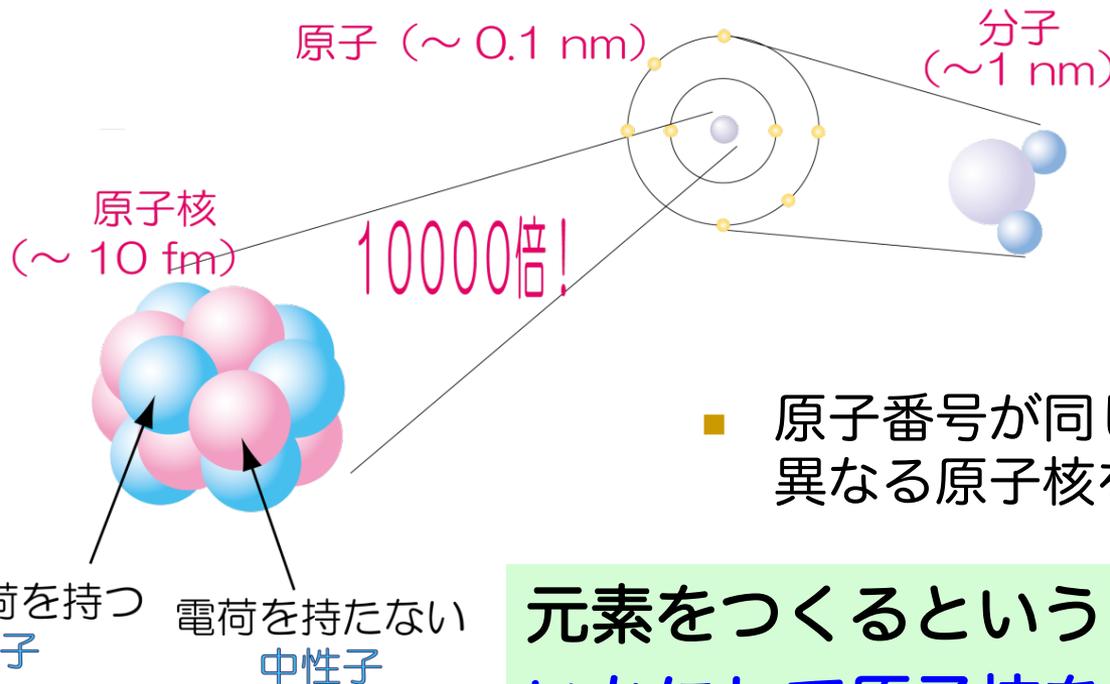
# 原子核と元素

- 原子核は陽子と中性子からできている。
- 元素の種類は陽子の数（原子番号）で決まる。

原子核を表す記号



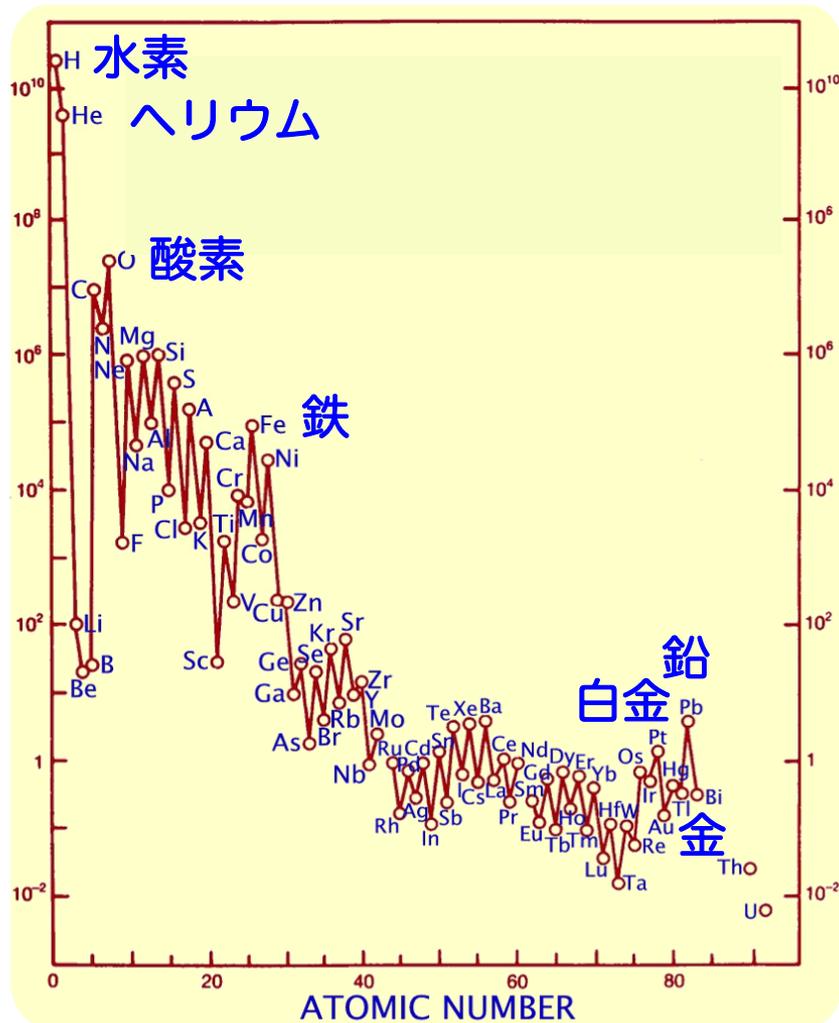
X: 元素記号  
A: 質量数  
( $A = Z + N$ )  
Z: 原子番号 (陽子数)  
N: 中性子数



- 原子番号が同じで、中性子の数が異なる原子核を同位体と呼ぶ。

元素をつくるということは、  
いかにして原子核をつくるかということ。

# 太陽系にある元素



- 水素とヘリウムで全体の98%。
- ビッグバン直後に、まず陽子と中性子が生成された。
- その後、**原子核反応**によって、重い元素が作られた。
- 元素は**温度の高い場所**で生まれる。

## □ ビッグバン元素合成

リチウムよりも軽い元素

- ヘリウム、リチウム

## □ 恒星の中での元素合成

主に鉄よりも軽い元素

- 炭素、酸素、鉄

## □ 恒星の最期の大爆発

(超新星爆発)での元素合成

鉄よりも重い元素

- 金、プラチナ、鉛

<http://www.greenspirit.org.uk/Resources/ElementAbundance.htm> より引用

# ビッグバン元素合成

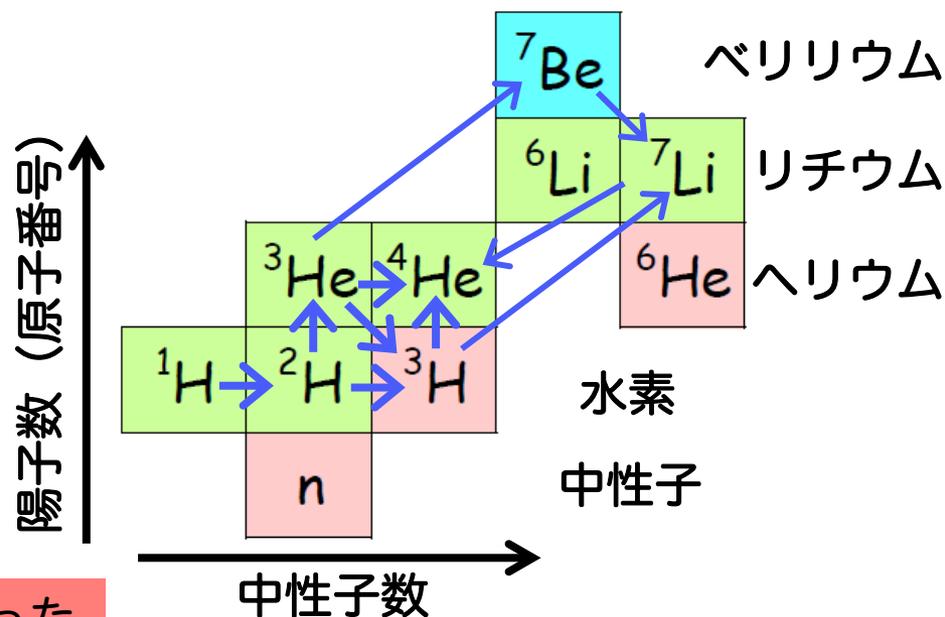
宇宙はビッグバン（約138億年前）から始まった。  
宇宙誕生の約10秒後から20分後にかけて原子核反応が活発になり、  
水素、ヘリウム、リチウムなどの軽い元素が合成された。

## 元素生成量の理論計算値と観測を比較

元素	原子核	比較結果
水素	${}^2\text{H}$	○
ヘリウム	${}^3\text{He}$	○
	${}^4\text{He}$	○
リチウム	${}^7\text{Li}$	×

水素とヘリウムは観測値と計算値が一致。

リチウムは計算値の1/3しか観測されなかった。



宇宙リチウム問題

ビッグバン理論に残された深刻な問題として  
世界中の研究者が解決に取り組んでいる。

原子核物理から宇宙リチウム問題の解決をめざす！

# 講演者略歴

- 川畑 貴裕 (かわばた たかひろ)
- 京都大学大学院理学研究科 准教授
- 1973年10月14日 宮崎県延岡市出身
  - 1996年 3月 京都大学理学部卒業
  - 2001年 3月 京都大学大学院理学研究科 指導認定ののち退学
  - 2001年 4月 大阪大学核物理研究センター 教務補佐員
  - 2002年 4月 理化学研究所 基礎科学特別研究員
  - 2002年 7月 博士 (理学)
  - 2002年10月 東京大学理学研究科 助手
  - 2009年 2月 から現職