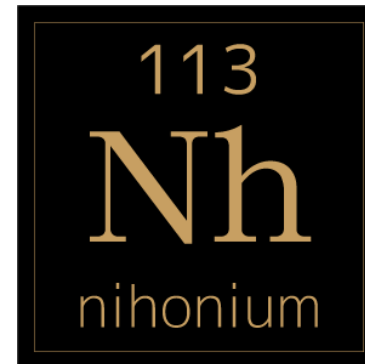


ニホニウムと元素のおはなし ～原子はすごい～

京都大学大学院理学研究科 教授
萩野浩一



- 元素ってなんだろう？
- ニホニウムってなんだろう？
- 元素っていくつあるの？



「元素」という言葉を聞いたことありますか？

また、その意味を知っていますか？

1. 聞いたことない
2. 名前は聞いたことはあるけど、よくわからない
3. バッチリ知っています！



「ニホニウム」という言葉を聞いた
ことありますか？
どういうものか知っていますか？

1. 聞いたことない
2. 名前は聞いたことはあるけど、
よくわからない
3. バッチリ知っています！

「もの」とは何だろう？
ものは何からできているのだろうか？

げんそ 元素

この世の中にあるものは、
すべて元素からできています。

元素 = すべてのものを作る材料



材料



材料

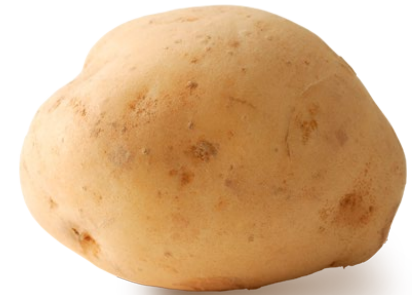
元素



にんじん



たまねぎ



じゃがいも



肉



米



ルー

カレーはニンジンやタマネギとかからできる。
ニンジンやタマネギは元素からできている。

元素＝ニンジンなどの材料

ものは何からできているのだろうか？

げんそ 元素

古代ギリシャ人： この世の中のものは火、風、水、土の4つの
元素からつくられていると考えた。



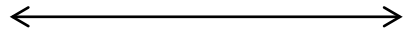
ものは何からできているのだろうか？

げんそ 元素

古代ギリシャ人： この世の中のものは火、風、水、土の4つの
元素からつくられていると考えた。



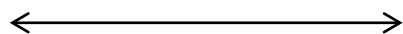
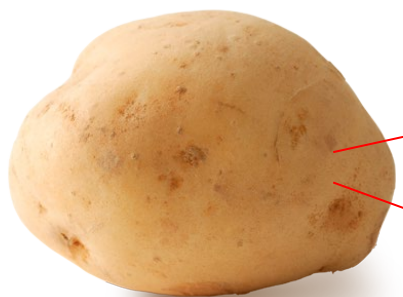
今では、ものを小さくしていくと
「原子(げんし)」
になることが分かっている。



~ 10 cm

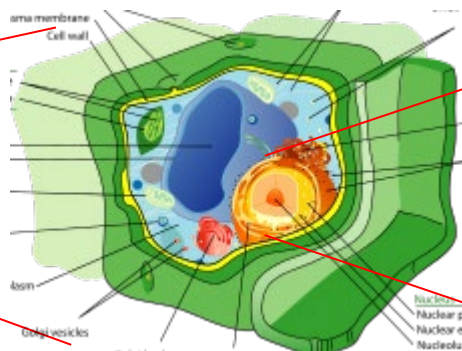


拡大してみると。。。？



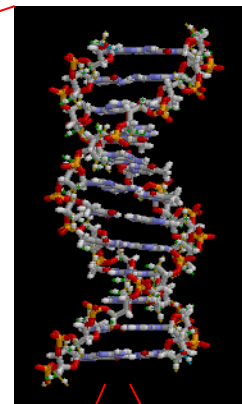
~ 10 cm

さいぼう
細胞



~ $\mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$

DNA



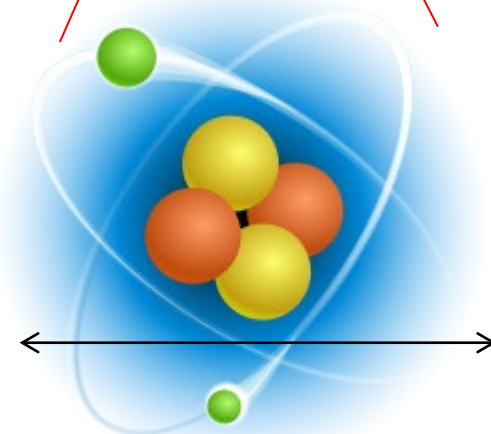
~ 10^{-8} m

100倍



10万倍

げんし
原子

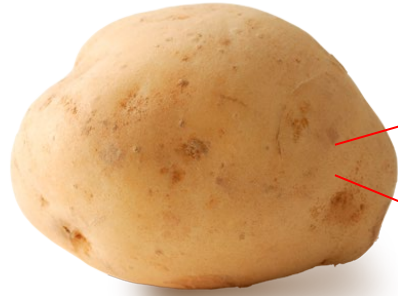


~ 10^{-10} m

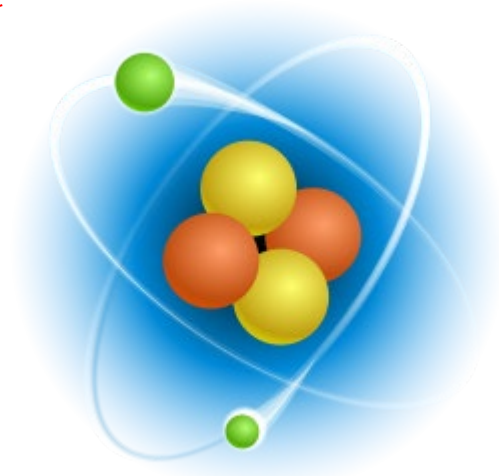
100倍



ジャガイモも拡大すると原子の集まり



100億倍

げんし
原子

100グラムのジャガイモの中には、

約100000000000000000000000000000000個

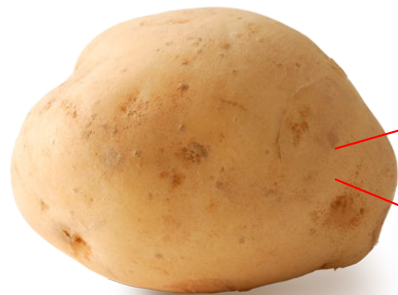
(10序個)の原子が入っている!!

= 1兆 x 1兆 x 千

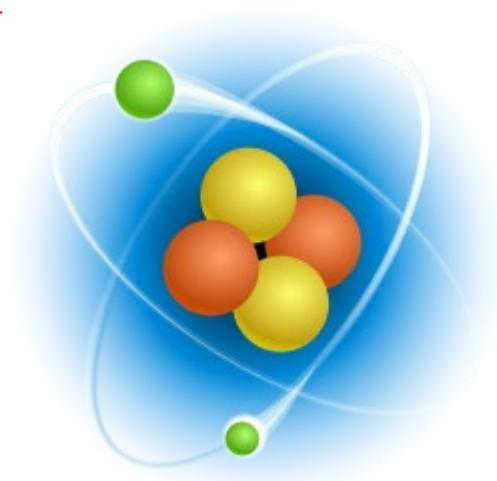
なんとゼロが25 個!!

一、十、百、千、万、億、兆、
京、垓、**序(じょ)**、穰(じょう)、...

ジャガイモも拡大すると原子の集まり



100億倍



げんし
原子

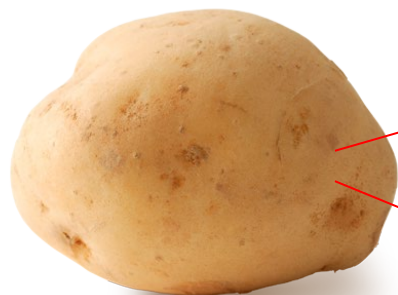
100グラムのジャガイモの中には、

[illegible]

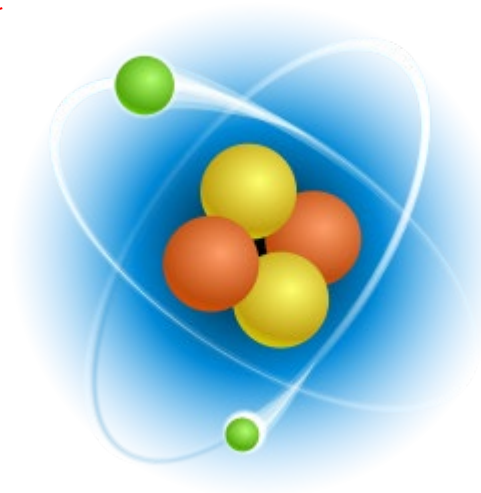
(10桁個)の原子が入っている!!

ジャガイモ100グラムに入っている水分子を仮に1直線上に並べて
みたら地球を何周分？

答え:1千万周くらい。新幹線だと10万年かかる。



100億倍



げんし
原子

原子にもいろいろな種類 = 元素

- 水素(すいそ) H
- 酸素(さんそ) O
- 炭素(たんそ) C
- カルシウム Ca
- マグネシウム Mg
- 硫黄(いおう) S

地球上にある原子は
約90種類

など。

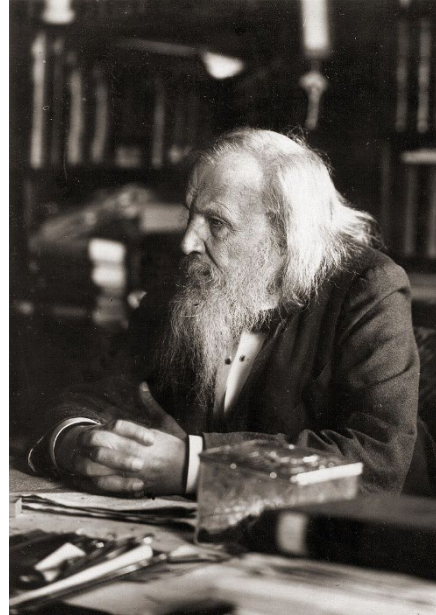
ここでひとまず質問を受け付けたい
と思います

この世の中には約90種類の元素がある

軽い順に並べると

1. 水素	20. カルシウム	39. イットリウム	58. セリウム	77. イリジウム
2. ヘリウム	21. スカンジウム	40. ジルコニウム	59. プラセオジウム	78. 白金
3. リチウム	22. チタン	41. ニオブ	60. ネオジウム	79. 金
4. ベリリウム	23. バナジウム	42. モリブデン	61. プロメチウム	80. 水銀
5. ホウ素	24. クロム	43. テクネチウム	62. サマリウム	81. タリウム
6. 炭素	25. マンガン	44. ルテニウム	63. ユウロビウム	82. 鉛
7. 窒素	26. 鉄	45. ロジウム	64. ガドリニウム	83. ビスマス
8. 酸素	27. コバルト	46. パラジウム	65. テルビウム	84. ポロニウム
9. フッ素	28. ニッケル	47. 銀	66. ジスプロシウム	85. アスタチン
10. ネオン	29. 銅	48. カドミウム	67. ホルミウム	86. ラドン
11. ナトリウム	30. 亜鉛	49. インジウム	68. エルビウム	87. フランシウム
12. マグネシウム	31. ガリウム	50. スズ	69. ツリウム	88. ラジウム
13. アルミニウム	32. ゲルマニウム	51. アンチモン	70. イッテルビウム	89. アクチニウム
14. ケイ素	33. ヒ素	52. テルル	71. ルテチウム	90. トリウム
15. リン	34. セレン	53. ヨウ素	72. ハフニウム	91. プロトアクチニウム
16. 硫黄	35. 臭素	54. キセノン	73. タンタル	
17. 塩素	36. クリプトン	55. セシウム	74. タングステン	92. ウラン
18. アルゴン	37. ルビジウム	56. バリウム	75. レニウム	
19. カリウム	38. ストロンチウム	57. ランタン	76. オスミウム	

元素の周期表



メンデレーエフ
(1834-1907)

Group Period	→ 1	2	3	4	5	6	7											2	13	14	15	16	17	18
1	1 H																				2 He			
2	3 Li	4 Be												5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne					
3	11 Na	12 Mg												13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar					
4	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						
5	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						
6	55 Cs	56 Ba	*	71 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					
7	87 Fr	88 Ra	*	103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og					
			*	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							
			*	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							



メンデレーエフの元素周期表(オリジナル)

Ann. Suppl. 8, 133 (1871).

未知の元素
を予言できた

① 水系 重さ 1						性質の 1-2-113
③ リチウム 重さ 7	④ ベリウム 9.4	⑤ ほう素 11	⑥ 炭素 12	⑦ 窒素 14	⑧ 酸素 16	⑨ フッ素 19
⑪ ナトリウム 23	⑫ マグネシウム 24	⑬ アルミニウム 27.3	⑭ ケイ素 28	⑮ 珪素 32	⑯ 硫黄 32	⑰ 塩素 35.5
⑲ カルシウム 39	⑳ ストロンチウム 80	? 重さ 44	㉑ チタン 50?	㉒ バナジウム 51	㉓ クロム 52	㉔ マンガン 55
㉖ 銅 63	㉗ 亜鉛 65	? 重さ 68	? 重さ 72	㉙ ヒ素 75	㉚ セレン 78	㉛ 臭素 80
㉝ 亜鉛 85	㉞ カドミウム 87	? 重さ 88?	㉟ インジウム 90	㊱ スズ 94	㊲ アンチモン 96	㊳ ビスマuth 100
㊴ 鉛 108	㊵ タングステン 112	㊶ タングステン 113	㊷ タングステン 118	㊸ タングステン 122		



ガリウムの発見
(1874)

ゲルマニウムの発見
(1879)

$$19 + 39 + 8 + 69 + 56 = ?$$

19

K

カリウム

39

Y

イットリウム

8

O

酸素

69

Tm

ツリウム

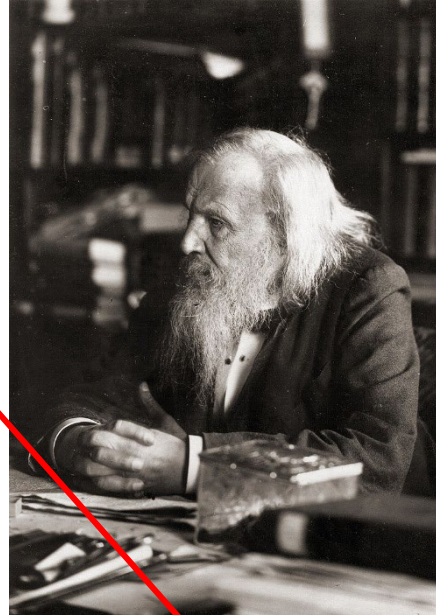
56

Ba

バリウム

元素の周期表

ニホニウム



メンデレーエフ
(1834-1907)

Group Period	1	2	3	4	5	6	7		2	13	14	15	16	17	18			
1	1 H														2 He			
2	3 Li	4 Be								5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne			
3	11 Na	12 Mg								13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar			
4	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
5	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
6	55 Cs	56 Ba	* 71 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
7	87 Fr	88 Ra	* 103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			* 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		
			* 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		

96. キュリウム Cm (キュリー夫妻)
99. アインシュタニウム Es (アインシュタイン)
101. メデレビウム Md (メンデレーエフ)
102. ノーベリウム No (ノーベル)
111. レントゲニウム Rg (レントゲン)
112. コペルニシウム Cn (コペルニクス)
など

$${}^2\text{He}$$
A portrait of a middle-aged man with short, light-colored hair, wearing glasses, a dark suit jacket, a light blue shirt, and a patterned tie. He is looking slightly to the right of the camera. The background is a plain, light-colored wall.

118
Og

人間の体の中には何種類くらいの
元素がある？

1. 15種類くらい？
2. 30種類くらい？
3. 50種類以上

人間の体の中には何種類くらいの
元素がある？

1. 15種類くらい？

2. 30種類くらい？

○ 3. 50種類以上

人の体はどんな元素から出来ている？

酸素 43 kg
炭素 16 kg
水素 7 kg
窒素 1.8 kg
カルシウム 1.0 kg
リン 780 g
カリウム 140 g
硫黄 140 g
ナトリウム 100 g
塩素 95 g
マグネシウム 19 g
鉄 4.2 g
フッ素 2.6 g
亜鉛 2.3 g
ケイ素 1.0 g
ルビジウム 0.68 g
ストロンチウム 0.32 g
臭素 0.26 g
鉛 0.12 g
銅 72 mg
アルミニウム 60 mg
カドミウム 50 mg

セリウム 40 mg
バリウム 22 mg
ヨウ素 20 mg
スズ 20 mg
チタン 20 mg
ホウ素 18 mg
ニッケル 15 mg
セレン 15 mg
クロム 14 mg
マンガン 12 mg
ヒ素 7 mg
リチウム 7 mg
セシウム 6 mg
水銀 6 mg
ゲルマニウム 5 mg
モリブデン 5 mg
コバルト 3 mg
アンチモン 2 mg
銀 2 mg
ニオブ 1.5 mg
ジルコニウム 1 mg
ランタン 0.8 mg

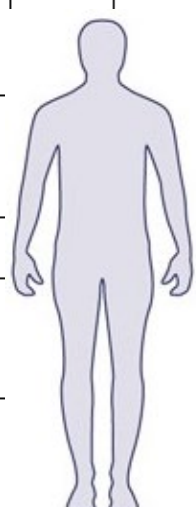
ガリウム 0.7 mg
テルル 0.7 mg
イットリウム 0.6 mg
ビスマス 0.5 mg
タリウム 0.5 mg
インジウム 0.4 mg
金 0.2 mg
スカンジウム 0.2 mg
タンタル 0.2 mg
バナジウム 0.11 mg
トリウム 0.1 mg
ウラン 0.1 mg
サマリウム 50 µg
ベリリウム 36 µg
タングステン 20 µg

John Emsley,
“The Elements”,
3rd ed. Clarendon Press,
Oxford, 1998



人の体はどんな元素から出来ている？

元素周期表

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	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po				
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv				
La	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm						
Ac	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md						

元素のルーツ: 元素のファミリーヒストリー

→ 元素はすべて宇宙で生まれた



ビッグバン
(138億年前)



Li



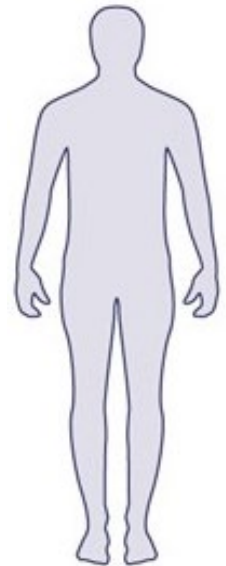


「知ろうとすること。」
早野龍五、糸井重里 著
新潮文庫

「僕たちの体の中の水素は
138億歳。」

つまり、ビッグバンの時に
できた水素が巡り巡って
僕たちの体の中にある。」

酸素 43 kg
炭素 16 kg
水素 7 kg



体重70キログラム

ここでひとまず質問を受け付けたい
と思います

「〇〇番」元素とは？

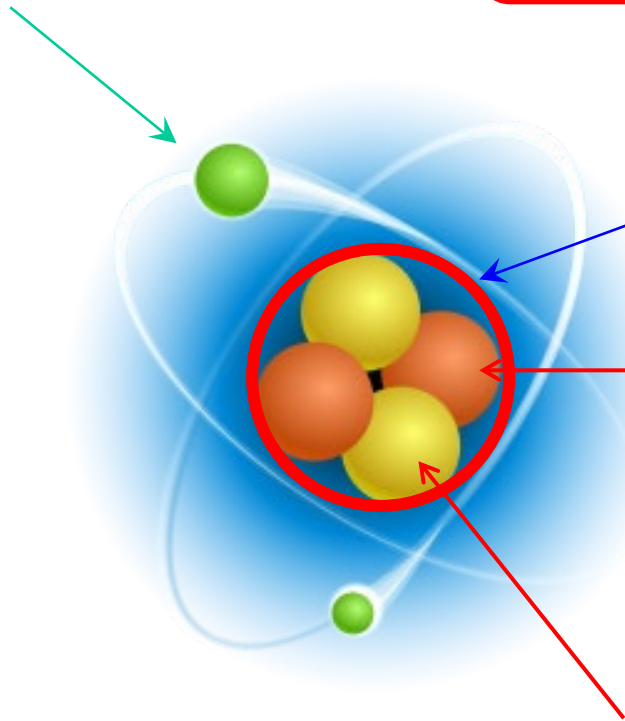
原子の中身

電子(でんし)
マイナスの電気

例えば、酸素は8番元素

=陽子が8個
(電子も同数)

ただし、この図は
大間違い！

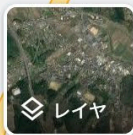
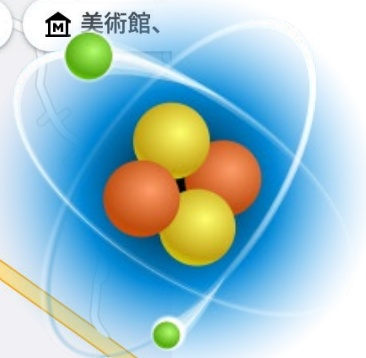


原子核(げんしかく)

陽子(ようし)
プラスの電気

中性子(ちゅうせいし)
電気なし

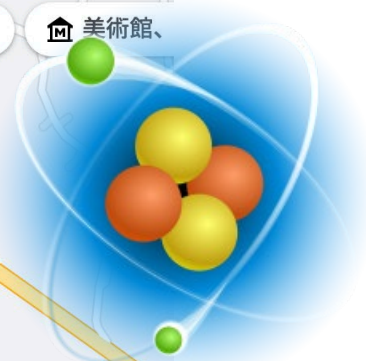
原子の大きさを瑞穂中学校から直径1.3キロ
の円だとすると。。。

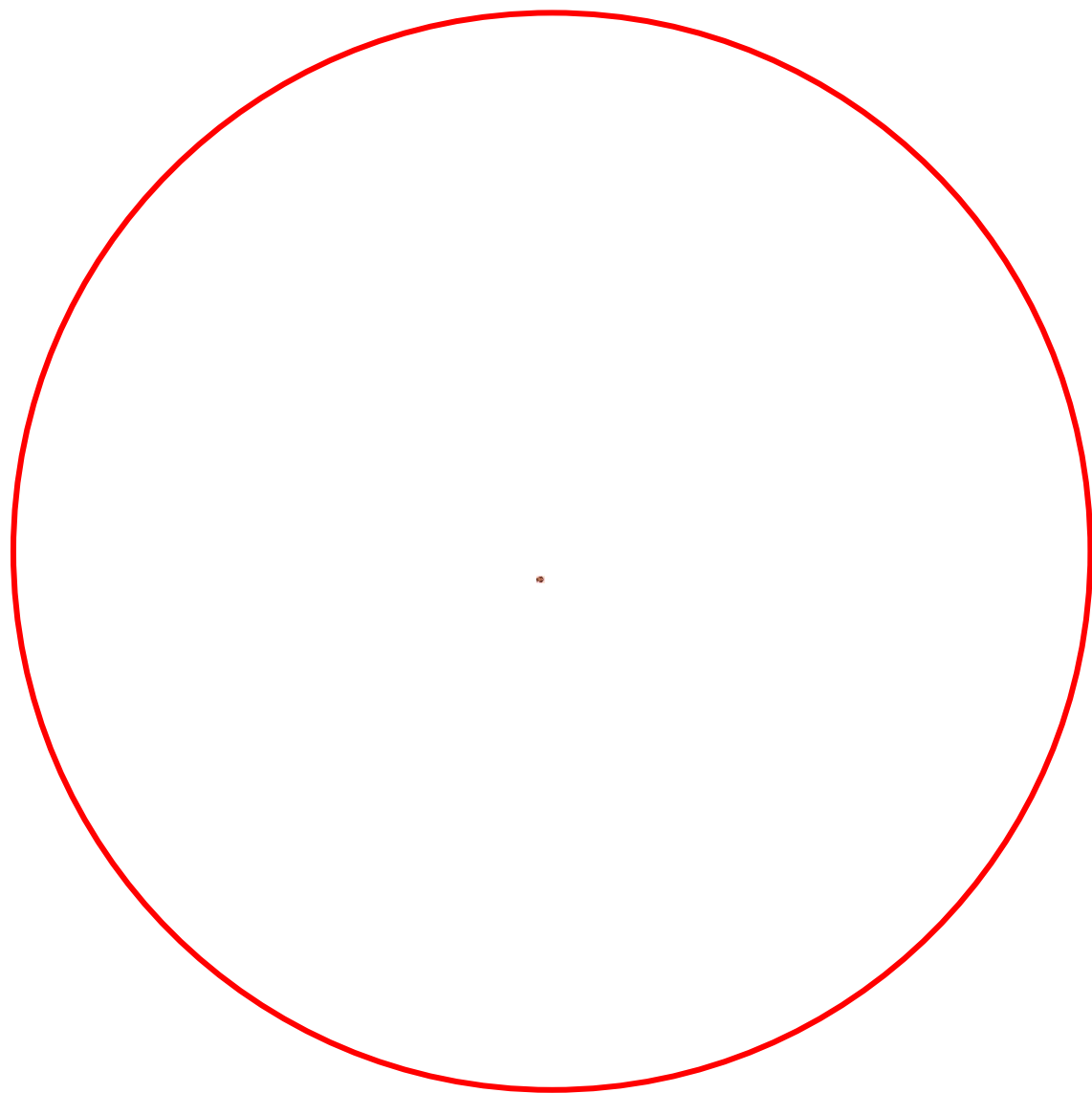


📷 アクティビティ

🏠 美術館、

原子の大きさを瑞穂中学校から直径1.3キロ
の円だとすると。。。





原子の大きさを瑞穂中学校から直径1.3キロ
の円だとすると。。。



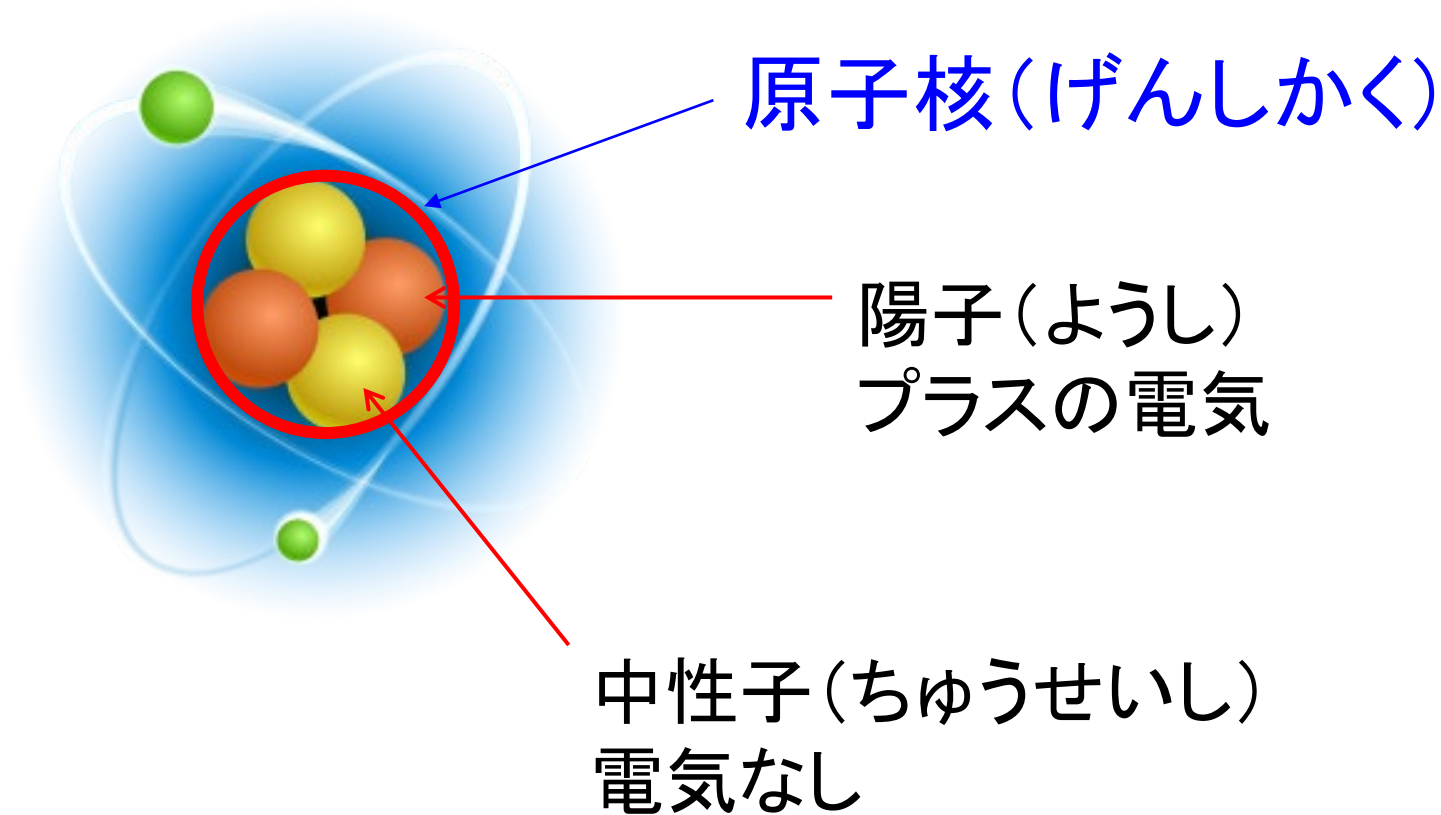
なんで自然に元素は90種類
くらいしかないの？

1. 他の元素とくっついて違う元素
になってしまうから。
2. 重い元素は壊れてしまうから。
3. よくわかっていない。

なんで自然に元素は90種類
くらいしかないの？

1. 他の元素とくっついて違う元素
になってしまうから。
- 2. 重い元素は壊れてしまうから。
3. よくわかっていない。

元素が壊れるってどういうこと？



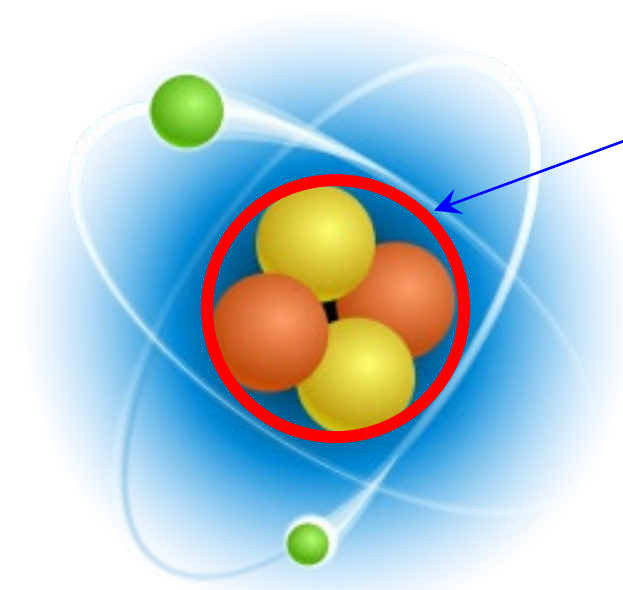
元素が壊れる = 原子核が壊れる

ニホニウムの作り方

地球上には約90種類の元素（ウランが一番重い）

もっと重い元素はないの？

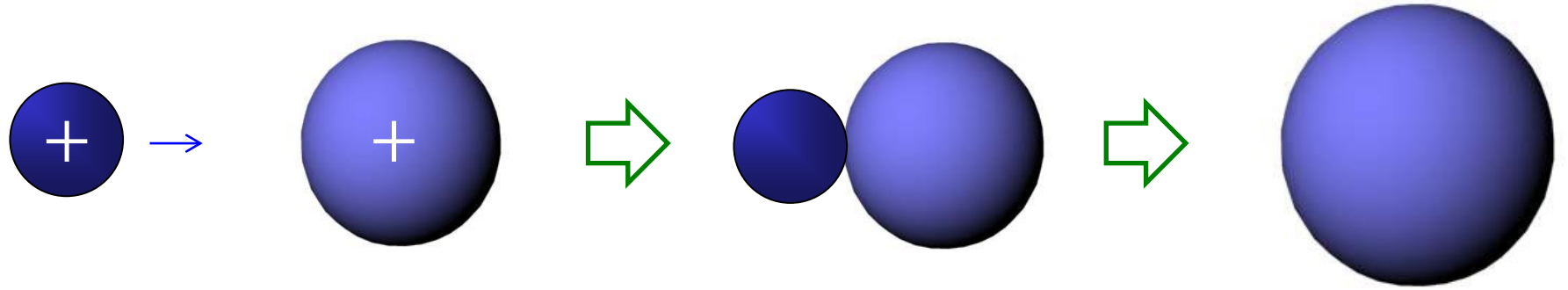
→ あります。でも人工的に作らなければなりません。



原子核

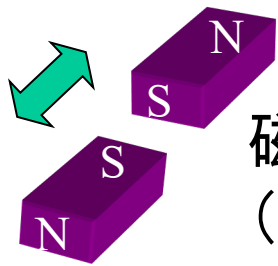
原子核と原子核をくっつけて
大きな原子核を作る

原子核と原子核をくっつける

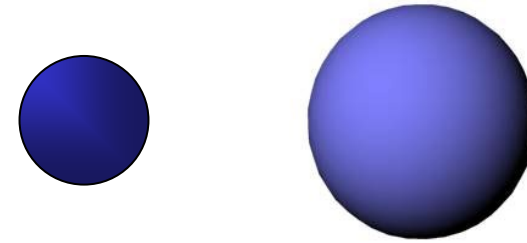


加速器を使って
勢いよくぶつける

大きな
原子核



磁石
(SとS、NとN
は反発)



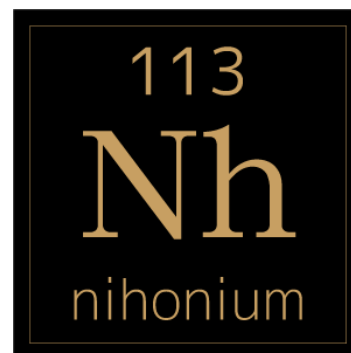
でも、ほとんどはくっつけても
すぐ離れてしまう
(大きな原子核ができない)



森田浩介さん

亜鉛 (30) とビスマス(83) をぶつけて113番
元素の合成に成功！

→ 約10年で3個の113番元素を作った



ニホニウム

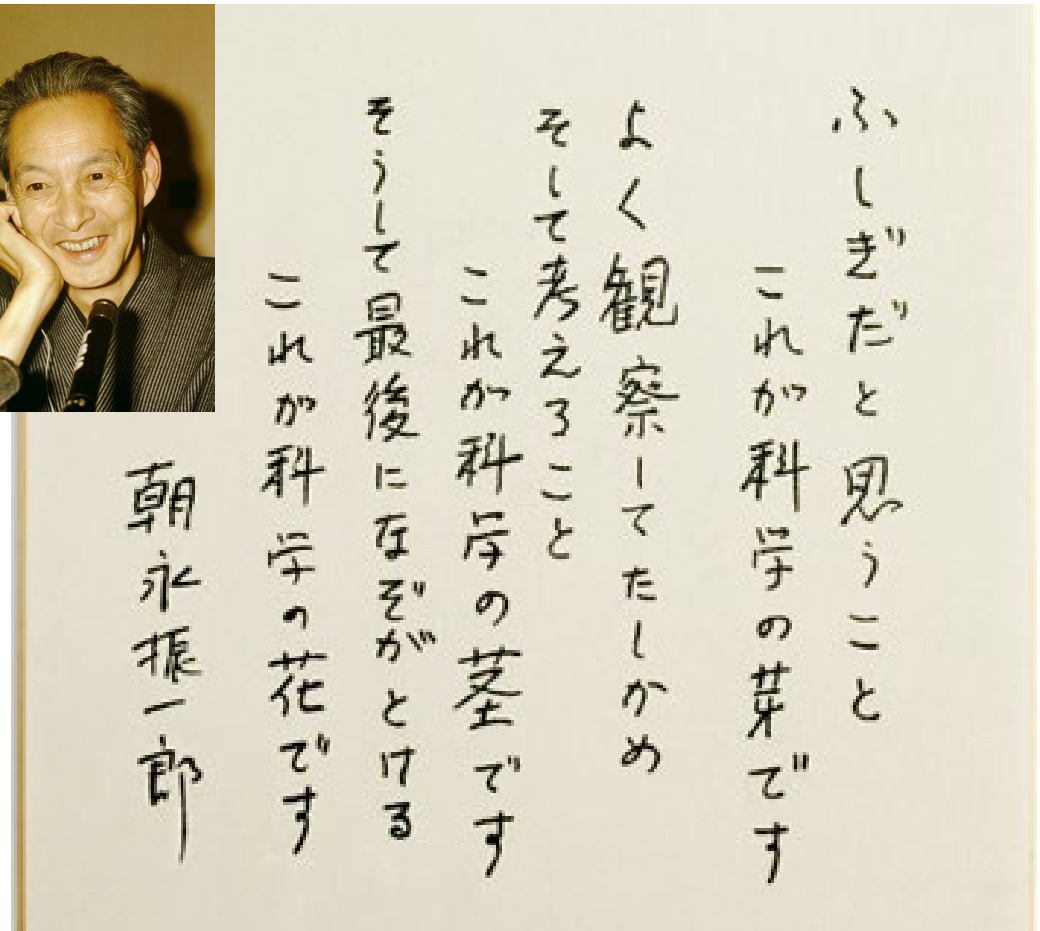
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	* 72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	* 104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
	* 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				
	* 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				

まとめ

- ✓ この世の中はすべて元素からできている。
- ✓ この世の中にある元素は約90種類
- ✓ 重い元素は人工的に作ることもできる→ニホニウム

もっと知りたい人のために





永田和宏「知の体力」より

「『どんな教師でも三回質問すれば答えに窮する。』

質問する。先生が答えてくれる。それに対してもう一度質問する。それを三回繰り返せば、先生といえども誰も自分では答えられない領域に踏み込まざるを得ないというのである。」

* 教師を「自分」に置き換えてもよい