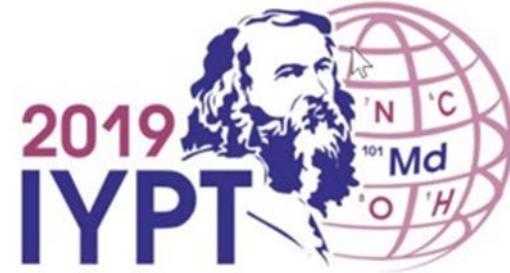


Elementouch

1

Yoshiteru Maeno

Department of Physics
Kyoto University



International Year
of the Periodic Table
of Chemical Elements

1. Mendeleev's periodic law and table

2. Long-form periodic tables

- Are there any rooms for further improvements ?

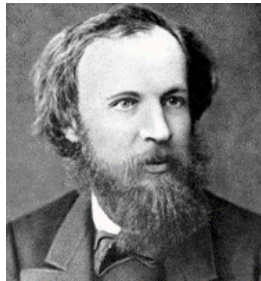
3. *Elementouch*

- Bridging the gap between the long and short tables



1869

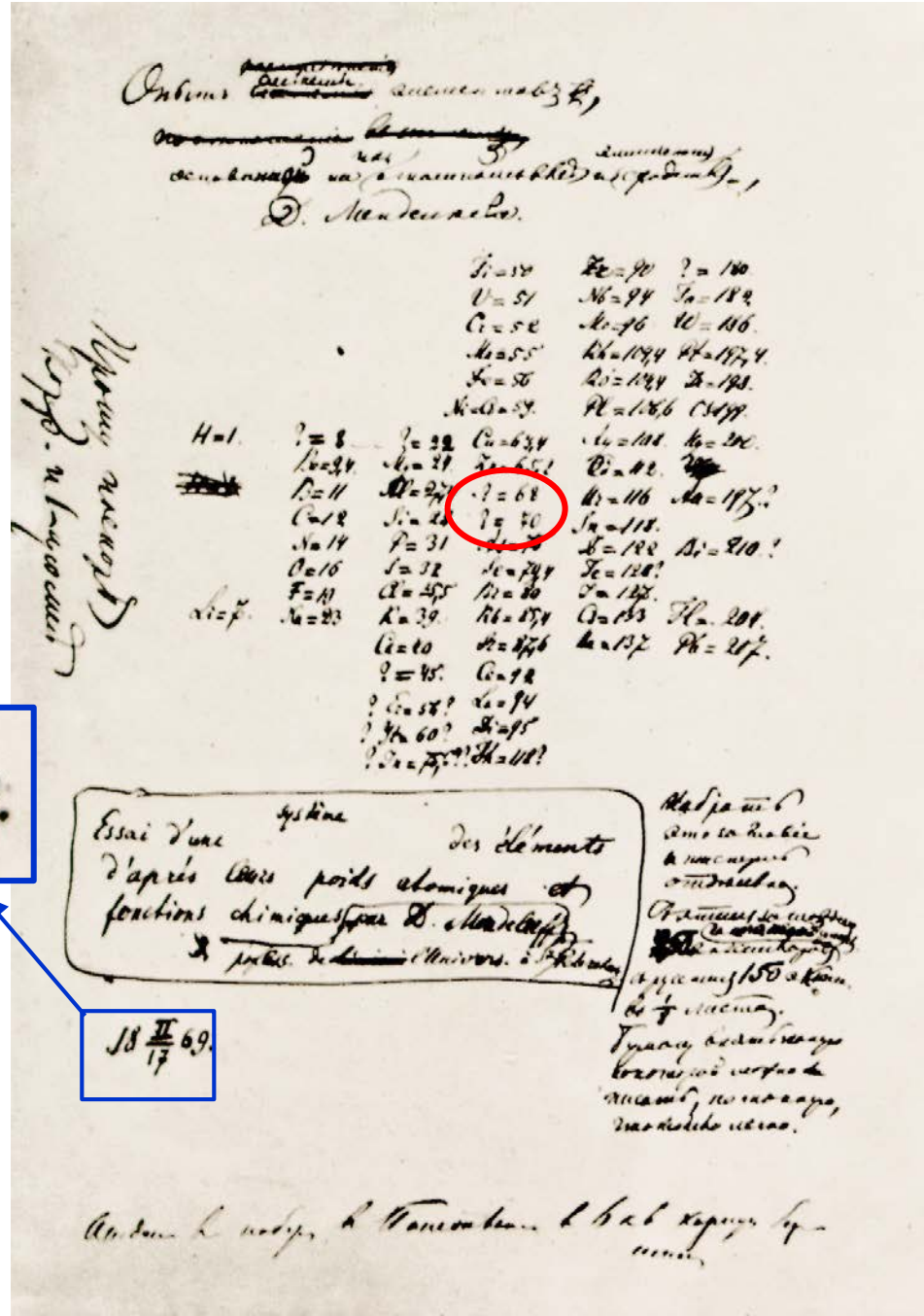
Mendeleev's Tabelle I



Mendeleev wrote in his diary: "I saw **in a dream** a table where all the elements fell into place as required. Awakening, I immediately wrote it down on a piece of paper."

	Ti=50	Zr=90	?=180
	V=51	Nb=94	Ta=182
	Cr=52	Mo=96	W=186
	Mn=55	Rh=104,4	Pt=197,4
	Fe=56	Ru=104,4	Ir=198
	Ni=59	Pd=106,6	Os=199
	Cu=63,4	Ag=108	
	Zn=65,2	Cd=112	
	?=68	Ur=116	
	?=70	Sn=118	
	As=75	Sb=122	
	Se=79,4	Te=128	
	Br=80	J=127	
	K=39	Rb=85,4	Cs=133
	Ca=40	Sr=87,6	Ba=137
	?=45	Ce=92	Tl=204
	?Er=56	La=94	Pb=207
	?Yt=60	Di=95	
	In=75,6	Th=118?	

18 II 69.



Essai d'une *système* des éléments
 d'après leurs poids atomiques et
 fonctions chimiques par D. Mendeleeff
 & autres de l'Université d'Université de Kazan

18 II 69.

Mendeleev predicted several undiscovered elements and their properties based on his "Periodic Law"

Mendeleev's short-period table

1871 Mendeleev's Tabelle II

Ann. Suppl. 8, 133 (1871).

Reihen	Gruppe 1 — R ₂ O	Gruppe 2 — RO	Gruppe 3 — R ₂ O ₃	Gruppe 4 RH ₄ RO ₂	Gruppe 5 RH ₃ R ₂ O ₅	Gruppe 6 RH ₂ RO ₃	Gruppe 7 RH R ₂ O ₇	Gruppe 8 — RO ₄
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	①=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56 Co=59 Ni=59 Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	②=68	③=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	=100	Ru=104 Rh=104 Pd=106 Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	— — — —
9	(—)	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195 Ir=197 Pt=198 Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	— — — —

Predictions of
unknown elements
and successive
findings enhanced
Mendeleev's fame.

① Sc (1879)

② Ga (1875)

③ Ge (1886)

Several scientists proposed **periodic TABLEs** based on atomic weights.

It was Mendeleev who first proposed the periodic table based on **periodic LAW**, and made specific predictions.

Mendeleev's Shot-Period table and the modern Long-Period form

PERIODIC SYSTEM OF THE ELEMENTS IN GROUPS AND SERIES.

No.	GROUPS OF ELEMENTS										
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1		Hydrogen H 1-008									
2	Helium He 4-0	Lithium Li 7-03	Beryllium Be 9-1	Boron B 11-0	Carbon C 12-0	Nitrogen N 14-04	Oxygen O 16-00	Fluorine F 19-0			
3	Neon Ne 19-9	Sodium Na 23-05	Magnesium Mg 24-3	Aluminum Al 27-0	Silicon Si 28-4	Phosphorus P 31-0	Sulphur S 32-06	Chlorine Cl 35-45			
4	Argon Ar 38	Potassium K 39-1	Calcium Ca 40-1	Scandium Sc 44-1	Titanium Ti 48-1	Vanadium V 51-4	Chromium Cr 52-1	Manganese Mn 55-0	Iron Fe 55-9	Cobalt Co 59	Nickel Ni 59
5		Copper Cu 63-6	Zinc Zn 65-4	Gallium Ga 70-0	Germanium Ge 72-3	Arsenic As 75	Selenium Se 79	Bromine Br 79-96			
6	Krypton Kr 81-8	Rubidium Rb 85-4	Strontium Sr 87-6	Yttrium Y 89-0	Zirconium Zr 90-6	Niobium Nb 94-0	Molybdenum Mo 96-0		Ruthenium Ru 101-7	Rhodium Rh 103-0	Palladium Pd 106-5
7		Silver Ag 107-9	Cadmium Cd 112-4	Indium In 114-0	Tin Sn 119-0	Antimony Sb 120-0	Tellurium Te 127	Iodine I 127			
8	Xenon Xe 128	Cesium Cs 132-9	Barium Ba 137-4	Lanthanum La 139	Cerium Ce 140						
9											
10				Ytterbium Yb 173		Tantalum Ta 183	Tungsten W 184		Osmium Os 191	Iridium Ir 193	Platinum Pt 194-9
11		Gold Au 197-2	Mercury Hg 200-0	Thallium Tl 204-1	Lead Pb 206-9	Bismuth Bi 208					
12			Radium Rd 224		Thorium Th 232		Uranium U 239				

HIGHER SALINE OXIDES
R | R₂O | RO | R₂O₃ | RO₂ | R₂O₅ | RO₃ | RO₄ | RO₆

HIGHER GASEOUS HYDROGEN COMPOUNDS
| RH₄ | RH₃ | RH₂ | RH |

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 水素																	2 He ヘリウム
3 Li リチウム	4 Be ベリリウム											5 B ホウ素	6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン
11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム											13 Al アルミニウム	14 Si ケイ素	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン
19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン
37 Rb ルビウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルルチニウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン
55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	57-71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスマジウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン
87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	89-103 アクチノイド	104 Rf ラザホーシウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーボージェウム	107 Bh ボーリウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt マイタネリウム	110 Ds ダームスタチウム	111 Rg レントゲニウム	112 Cn コペルニシウム	113 Nh ニホニウム	114 Fl フレロビウム	115 Mc モスコビウム	116 Lv リフガフ	117 Ts テネシン	118 Og オガネソン

57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジム	60 Nd ネオジム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユウロピウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロジウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm ツリウム	70 Yb イットルビウム	71 Lu ルテチウム
89 Ac アクチノイド	90 Th トリウム	91 Pa プロトアクチニウム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム	95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カリホルニウム	99 Es アインスタイニウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデレビウム	102 No ノーベリウム	103 Lr ローレンシウム

Q: Who first invented this type of the periodic table?

Mendeleev's periodic table

Q: Who first invented the modern long-period periodic table?

A: Alfred Werner

ヴェルナー (1905)

(Univ. Zürich, Switzerland)



1913: The first Nobel prize in Inorganic Chemistry;
Coordination theory, Werner complexes

...																													
H																	...	He													
Li													Be	B	C	N	O	F	Ne												
Na													Mg	Al	Si	P	S	Cl	A												
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	Jn	Sn	Sb	Te	J	Xn				
Cs	Ba	La	Ce	Nd	Pr	...	...	Sa	Eu	Gd	Tb	Ho	Er	Tu	Y	...	...	Ta	W	...	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	...	...	...
...	Ra	La α	Th	...	...	...	...	...	U	...	...	...	...	...	Ac	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	Pb α	Bi α	Te α	...	...

FIGURE 8.—WERNER'S PERIODIC TABLE

- I hope that Werner's name is properly recognized as the inventor of the modern periodic table.

Q: Who invented a periodic table with the rare-earth elements separated at the bottom?

A: Von Paul **Pfeiffer** (Karlsruhe) (1920) **パイプファー**

Heft 50.
10. 12. 1920)

Pfeiffer: Die Befruchtung der Chemie durch die Röntgenstrahlenphysik.

991

Periodisches System der Elemente.

1 H 1,008																2 He 4,00		
3 Li 6,94												4 Be 9,1	5 B 11,0	6 C 12,00	7 N 14,01	8 O 16,00	9 F 19,0	10 Ne 20,2
11 Na 23,00												12 Mg 24,32	13 Al 27,1	14 Si 28,3	15 P 31,04	16 S 32,06	17 Cl 35,46	18 Ar 39,88
19 K 39,10	20 Ca 40,07	21 Sc 44,1	22 Ti 48,1	23 V 51,0	24 Cr 52,0	25 Mn 54,93	26 Fe 55,84	27 Co 58,97	28 Ni 58,68	29 Cu 63,57	30 Zn 65,37	31 Ga 69,9	32 Ge 72,5	33 As 74,96	34 Se 79,2	35 Br 79,92	36 Kr 82,92	
37 Rb 85,43	38 Sr 87,63	39 Y 88,7	40 Zr 90,6	41 Nb 93,5	42 Mo 96,0	43 —	44 Ru 101,7	45 Rh 102,9	46 Pd 106,7	47 Ag 107,88	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 120,2	52 Te 127,5	53 J 126,92	54 Xe 130,2	
55 Cs 132,81	56 Ba 137,37	57 La 139,0	58 Ce 140,25	↑ 73 Ta 181,5	74 W 184,0	75 —	76 Os 190,9	77 Ir 193,1	78 Pt 195,2	79 Au 197,2	80 Hg 200,6	81 Tl 204,0	82 Pb 207,20	83 Bi 208,0	84 Po (210,0)	85 —	86 Nt 222,0	
87 —	88 Ra 226,0	89 Ac (226)	90 Th 232,15	91 Pa (230)	92 U 238,2													

↑ 59 Pr 140,9	60 Nd 144,3	61 —	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 159,2	66 Dy 162,5	67 Ho 163,5	68 Er 167,7	69 Tu 168,5	70 Yb 173,5	71 Lu 175,5	72 Ct ?
------------------------	-------------------	---------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	---------------



Pfeiffer's name is even less recognized.

Werner-Pfeiffer's Periodic Table (long-period table) 7



Alfred Werner
(U. Zürich,
Switzerland)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 水素																	2 He ヘリウム
3 Li リチウム	4 Be ベリリウム											5 B ホウ素	6 C 炭素	7 N 窒素	8 O 酸素	9 F フッ素	10 Ne ネオン
11 Na ナトリウム	12 Mg マグネシウム											13 Al アルミニウム	14 Si ケイ素	15 P リン	16 S 硫黄	17 Cl 塩素	18 Ar アルゴン
19 K カリウム	20 Ca カルシウム	21 Sc スカンジウム	22 Ti チタン	23 V バナジウム	24 Cr クロム	25 Mn マンガン	26 Fe 鉄	27 Co コバルト	28 Ni ニッケル	29 Cu 銅	30 Zn 亜鉛	31 Ga ガリウム	32 Ge ゲルマニウム	33 As ヒ素	34 Se セレン	35 Br 臭素	36 Kr クリプトン
37 Rb ルビジウム	38 Sr ストロンチウム	39 Y イットリウム	40 Zr ジルコニウム	41 Nb ニオブ	42 Mo モリブデン	43 Tc テクネチウム	44 Ru ルテチウム	45 Rh ロジウム	46 Pd パラジウム	47 Ag 銀	48 Cd カドミウム	49 In インジウム	50 Sn スズ	51 Sb アンチモン	52 Te テルル	53 I ヨウ素	54 Xe キセノン
55 Cs セシウム	56 Ba バリウム	57~71 ランタノイド	72 Hf ハフニウム	73 Ta タンタル	74 W タングステン	75 Re レニウム	76 Os オスミウム	77 Ir イリジウム	78 Pt 白金	79 Au 金	80 Hg 水銀	81 Tl タリウム	82 Pb 鉛	83 Bi ビスマス	84 Po ポロニウム	85 At アスタチン	86 Rn ラドン
87 Fr フランシウム	88 Ra ラジウム	89~103 アクチノイド	104 Rf ラザホーシウム	105 Db ドブニウム	106 Sg シーボグキウム	107 Bh ボーリウム	108 Hs ハッシウム	109 Mt マイトネリウム	110 Ds ダームスタチウム	111 Rg レントゲニウム	112 Cn コベルニシウム	113 Nh ニホニウム	114 Fl フルロピウム	115 Mc モスコビウム	116 Lv リガビウム	117 Ts テネシン	118 Og オガネソン

57 La ランタン	58 Ce セリウム	59 Pr プラセオジウム	60 Nd ネオジウム	61 Pm プロメチウム	62 Sm サマリウム	63 Eu ユクロピウム	64 Gd ガドリニウム	65 Tb テルビウム	66 Dy ジスプロシウム	67 Ho ホルミウム	68 Er エルビウム	69 Tm ツリウム	70 Yb イットルビウム	71 Lu ルテチウム
89 Ac アクチニウム	90 Th トリウム	91 Pa プロトアクチニウム	92 U ウラン	93 Np ネプツニウム	94 Pu プルトニウム	95 Am アメリシウム	96 Cm キュリウム	97 Bk バークリウム	98 Cf カリホルニウム	99 Es アインスタイニウム	100 Fm フェルミウム	101 Md メンデレビウム	102 No ノーベリウム	103 Lr ローレンシウム

Widely used world-wide for more than 100 years.

Invented by Werner in 1905 and improved by Pfeiffer in 1920.

● Any rooms for further improvements?

Werner-Pfeiffer's Periodic Table



Alfred Werner

① Why are there such gaps?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1H 水素																	2He ヘリウム
3Li リチウム	4Be ベリリウム											5B ホウ素	6C 炭素	7N 窒素	8O 酸素	9F フッ素	10Ne ネオン
11Na ナトリウム	12Mg マグネシウム											13Al アルミニウム	14Si ケイ素	15P リン	16S 硫黄	17Cl 塩素	18Ar アルゴン
19K カリウム	20Ca カルシウム	21Sc スカンジウム	22Ti チタン	23V バナジウム	24Cr クロム	25Mn マンガン	26Fe 鉄	27Co コバルト	28Ni ニッケル	29Cu 銅	30Zn 亜鉛	31Ga ガリウム	32Ge ゲルマニウム	33As ヒ素	34Se セレン	35Br 臭素	36Kr クリプトン
37Rb ルビジウム	38Sr ストロンチウム	39Y イットリウム	40Zr ジルコニウム	41Nb ニオブ	42Mo モリブデン	43Tc テクネチウム	44Ru ルルチウム	45Rh ロジウム	46Pd パラジウム	47Ag 銀	48Cd カドミウム	49In インジウム	50Sn スズ	51Sb アンチモン	52Te テルル	53I ヨウ素	54Xe キセノン
55Cs セシウム	56Ba バリウム	57~71 ランタノイド	72Hf ハフニウム	73Ta タンタル	74W タングステン	75Re レニウム	76Os オスマシウム	77Ir イリジウム	78Pt 白金	79Au 金	80Hg 水銀	81Tl タリウム	82Pb 鉛	83Bi ビスマス	84Po ポロニウム	85At アスタチン	86Rn ラドン
87Fr フランシウム	88Ra ラジウム	89~103 アクチノイド	104Rf ラザホーフニウム	105Db ドブニウム	106Sg シーボギウム	107Bh ボーリウム	108Hs ハッシウム	109Mt マイタネリウム	110Ds ダームスタチウム	111Rg レイトゲニウム	112Cn コベルニシウム	113Nh ニホニウム	114Fl フレロビウム	115Mc メンテレビウム	116Lv リフガフ	117Ts テネシン	118Og オガネソン

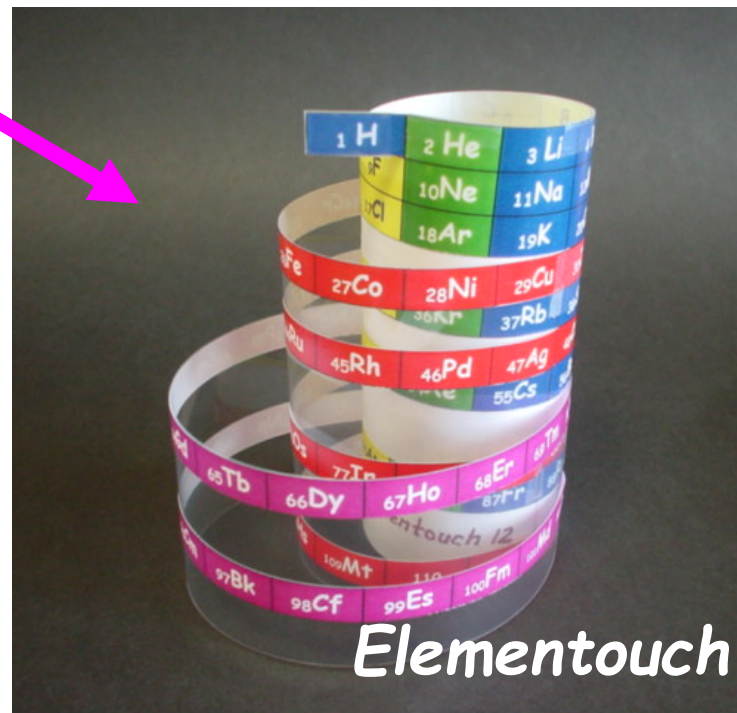
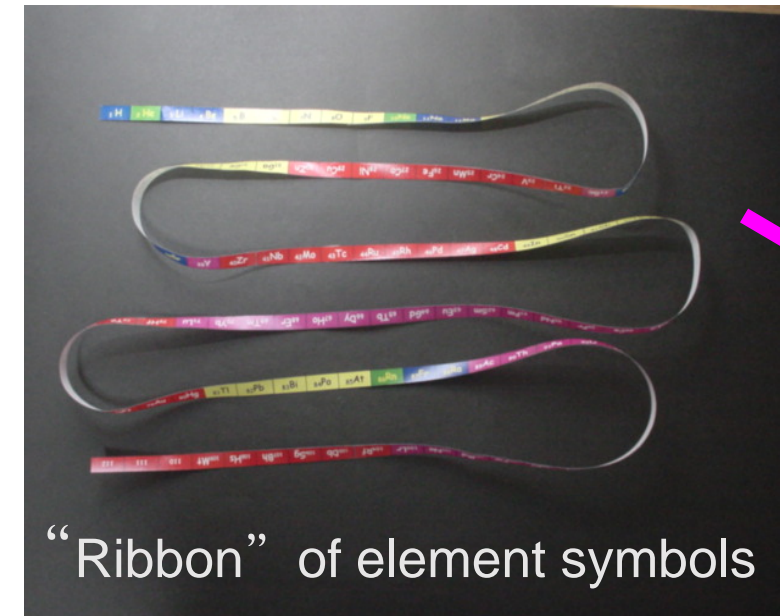
② Why should they be in a separate table?

③ Why are similar elements separated?
Ca - Cd, Ti - Sn

SmCo₅,
Nd₂Fe₁₄B (high-tech magnet)

/ invented a new periodic table to solve these
problems: *“Elementouch”* 2001

***The three problems are all
resolved !***

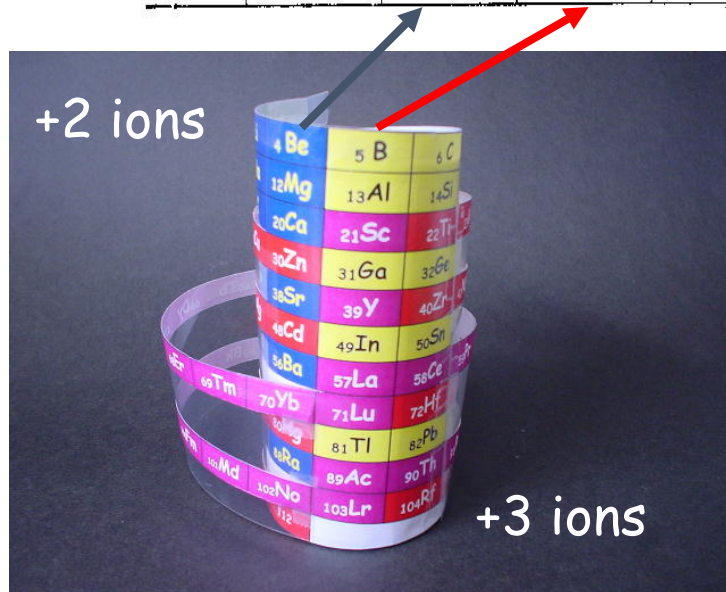


Periodic law
is recovered

Ionic tendencies:
Properties
of elements
in compounds

表 31.2 メンデレーフの周期表 (文献: *Ann. Suppl.*, 8, 133 (1871))

Reihen	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6	Gruppe 7	Gruppe 8
	— R ₂ O	— RO	— R ₂ O ₃	RH ₄ RO ₂	RH ₃ R ₂ O ₃	RH ₂ RO ₃	RH R ₂ O ₇	— RO ₄
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	--=44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56 Co=59 Ni=59 Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	--=68	--=72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	?Yt=88	Zr=90	Nb=94	Mo=96	--=100	Ru=104 Rh=104 Pd=106 Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=125	J=127	
8	Cs=133	Ba=137	?Di=138	?Ce=140	—	—	—	—
9	(--)	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	?Er=178	?La=180	Ta=182	W=184	—	Os=195 Ir=197 Pt=198 Au=199
11	(Au=199)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	—	—	—
12	—	—	—	Th=231	—	U=240	—	—



A: How can Mendeleev's periodic law be reproduced with a 3-tube helical periodic table?

A: Ionic tendencies (“valency”) repeat among three blocks.

Blocks	IUPAC since 1988																		1	2												
	Chem. Abs. Serv. until 1986																		IA	IIA												
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																
s																			H 1	(He)												
p																			He 2	Li 3	Be 4											
d																			B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10	Na 11	Mg 12						
f																			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		
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
	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	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
	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	Rf 104	Db 105	Sg 106	Bh 107	Hs 108	Mt 109	Ds 110	Rg 111	Cn 112	Nh 113	Fl 114	Mc 115	Lv 116	Ts 117	Og 118	119	120
	+3	+4													(+2)	+3	+4							(+1)	+2	+3	+4			+1	+2	

f-block elements

希土類

d-block elements

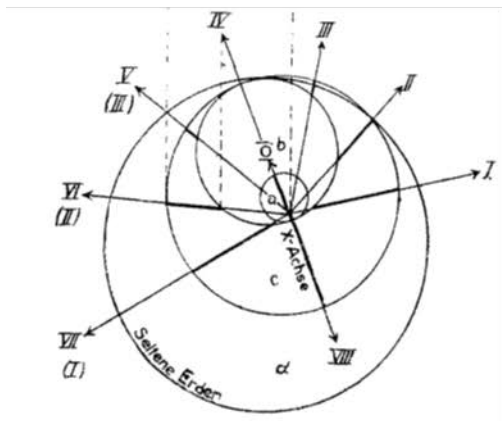
遷移金属

s- AND p-block elements

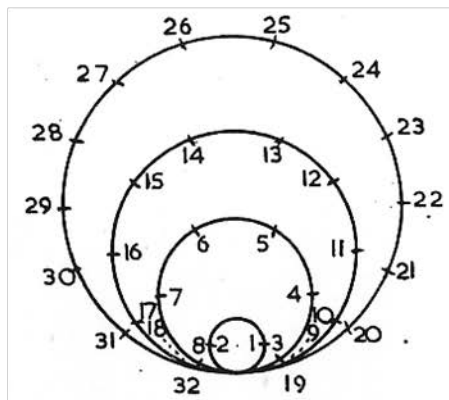
典型元素

Comparison among previous helical periodic tables and *Elementouch*

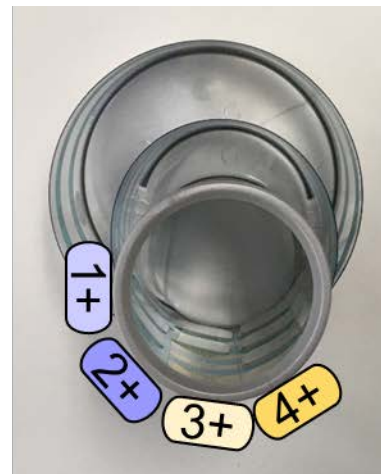
12



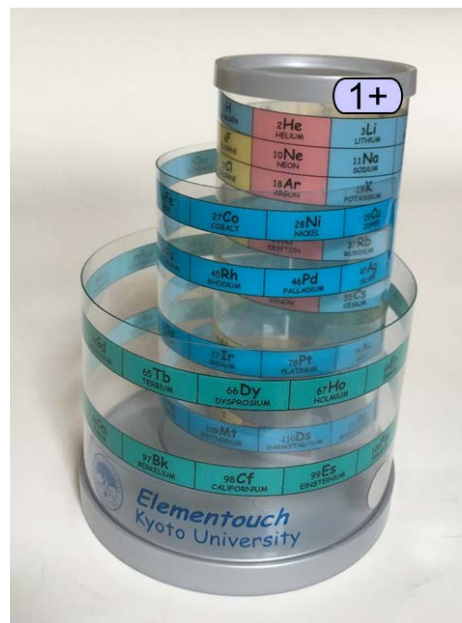
Shaltenbrand 1920



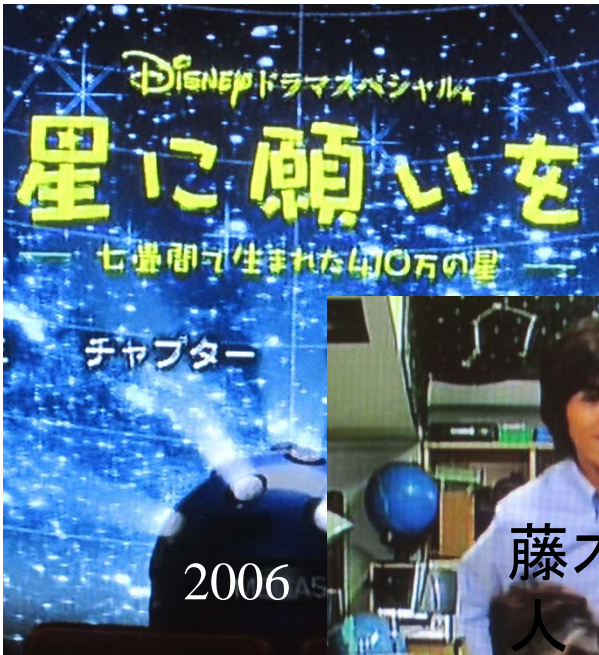
Janet 1928



Maeno 2001
(*Elementouch*)



仮面ライダービルド



“石動惣一” (前川泰之) 使用のマグ
テレビ朝日 2017年9月～ 毎週日曜朝8時

TV series 「ごめんね青春！」



映画

「イニシエーションラブ」

2015年

SPEC というTVドラマ

「京大理」出身の主人公の刑事

当麻(戸田恵梨香さん)愛用のマグは「エレメンタッチ」

2010年12月 TVドラマ

2012年 4月 映画第1作・スペシャルTVドラマ

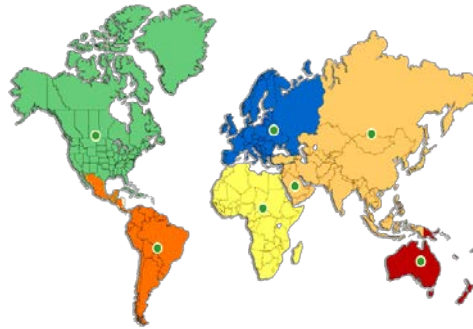
2013年11月 映画第2作・スペシャルTVドラマ

2020年6月11日～ TVドラマ再放送 関西は??



Globe and *Elementouch*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H																	2 He
3 Li	4 Be											10 B	11 C	12 N	13 O	14 F	16 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 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	
87 Fr	88 Ra	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	



Conventional periodic table is like a world map.



Elementouch is like a globe !

Elementouch																	国际周期表年2019	
1 H																	2 He	
3 Li	4 Be											10 B	11 C	12 N	13 O	14 F	16 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 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		
87 Fr	88 Ra	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		



A new world map ?

Elementouch

1. Mendeleev's periodic system

- **Periodic law** was the core of his invention.

2. Werner (1905) invented the modern long-period table

- **Mendeleev-Werner's periodic table**

3. *Elementouch*

- Bridging the gap between the long and short tables



日本物理学会誌

BUTSURI
昭和30年4月13日 第3種学術雑誌
平成14年9月5日発行 毎月5日発行
定価 800円 送料 100円

2002 vol. 57 no. 9

- X線による原始星の研究
- 複合ペロブスカイト酸化物の巨大圧電効果
- 高次元時空の世界から4次元時空の世界を眺める

<http://www.soc.nii.ac.jp/jps/>

Japanese counterpart of “Physics Today”

YouTube:

“Science News Network Vol. 42” (SNN42)

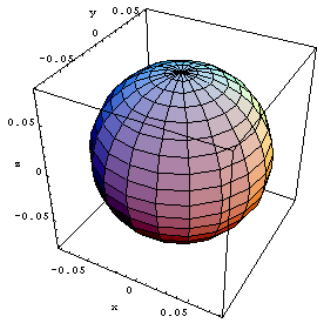
Our laboratory HP:

<http://www.ss.scphys.kyoto-u.ac.jp/elementouch/index.html>

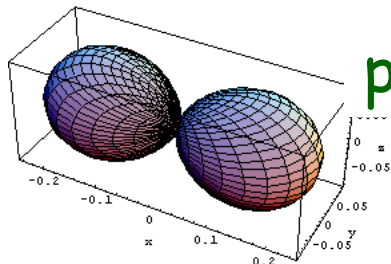
Thank you!

Origin of the discontinuity: different electron orbitals

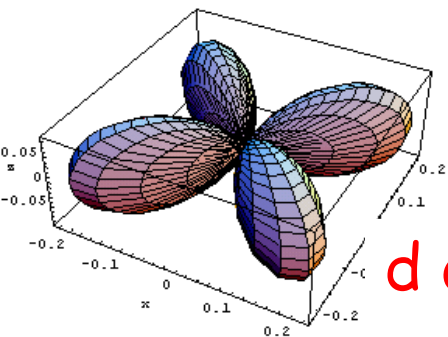
The orbital wave functions



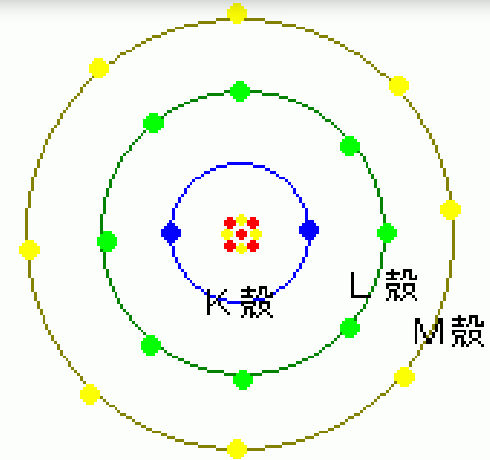
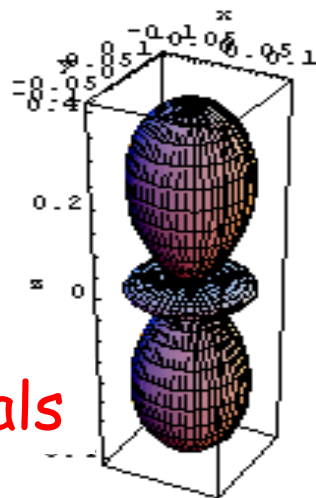
s orbital



p orbitals



d orbitals



Electron shells

K shell : 1s

L shell : 2s, 2p

M shell : 3s, 3p, 3d

N shell : 4s, 4p, 4d, 4f

4s is occupied before 3d
(origin of discontinuity)¹⁹.

Electron shells 電子の殻 (かく)

Why is Werner's table in this particular form?

Bohr's model of atoms

$$\text{energy: } E_n \propto -\frac{1}{n^2}$$

Principal quantum number (主量子数)

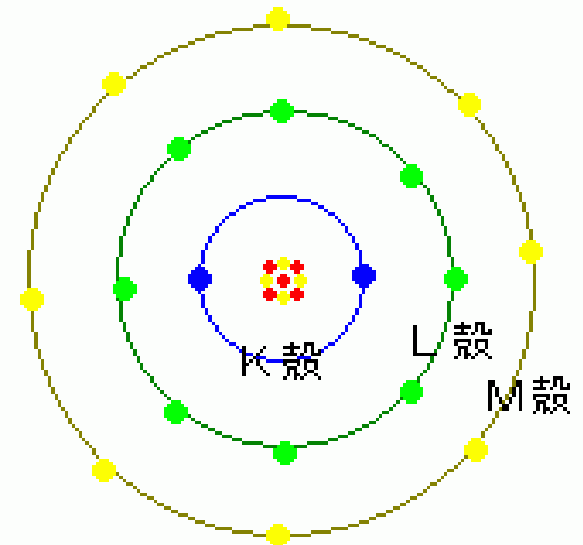
$$n = 1, 2, 3, 4, 5, \dots$$

Electron shells (電子殻)

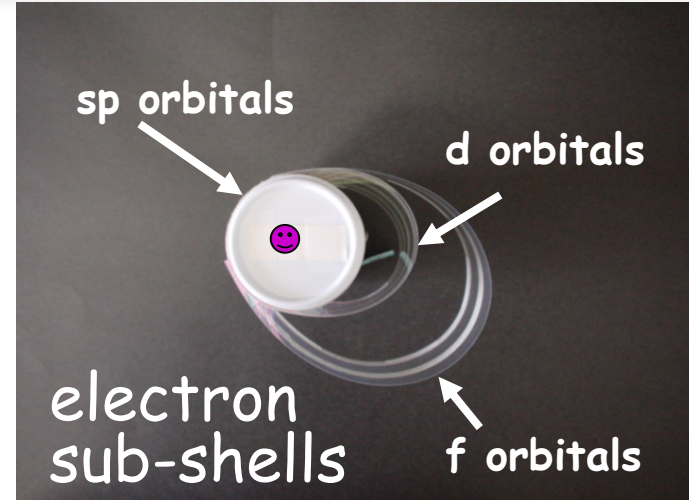
K, L, M, N, O, ...

Number of electrons (電子収容数)

$$2, 8, 18, 32, 50, \dots$$



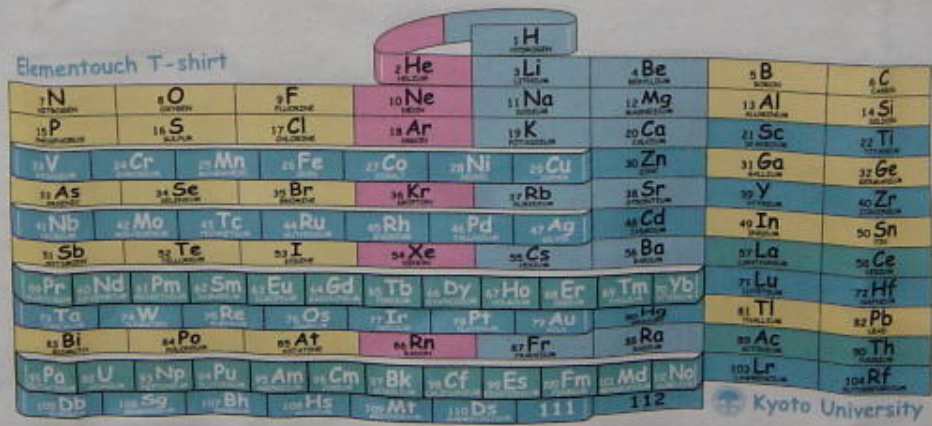
3D Periodic Table of the Elements: *Elementouch*



Elementouch Series

100% Cotton
Machine Washable
Do Not Bleach
Do Not Iron
Do Not Dry Clean
© 2005
100% Cotton
Machine Washable
Do Not Bleach
Do Not Iron
Do Not Dry Clean
© 2005

Elementouch on a T-Shirt



"a new world map" ?