

# 日本発、アジア初。

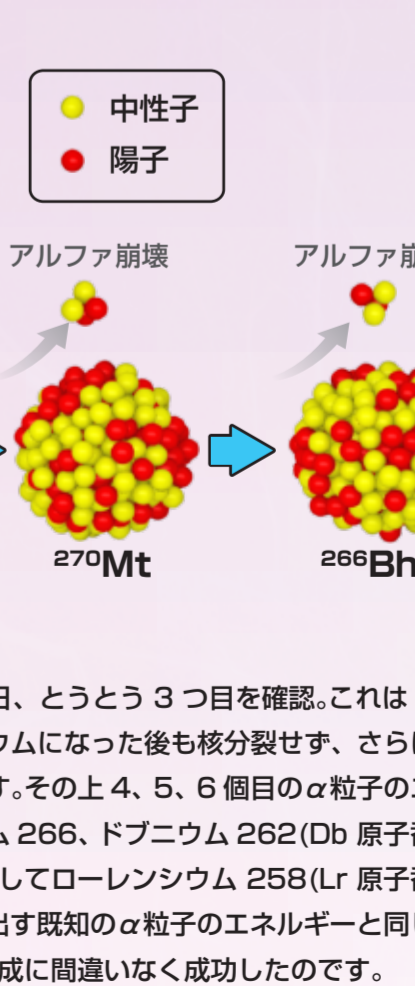
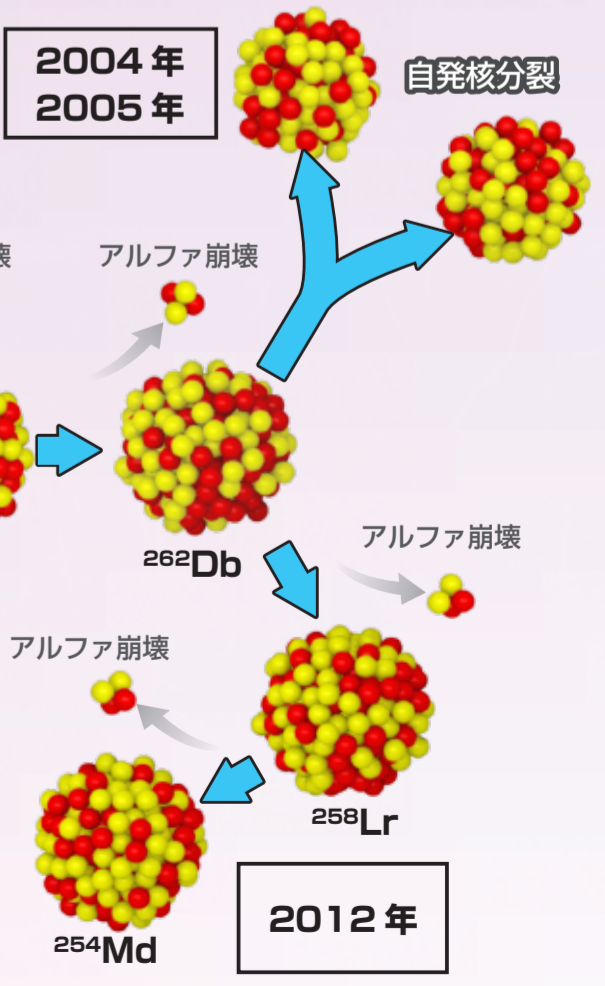
113番元素・ニホニウム発見の意味するもの

理化学研究所RIビームファクトリー<sup>※1</sup>で合成された113番元素が国際的に新元素として認められ、nihonium(ニホニウム)と命名されました。元素記号はNhです。元素周期表に日本人の手で新たな元素が加わったことになりました。かつて、新しい元素の発見は新しい物質科学の始まりを意味し、新物質はさまざまな利用され、人々の生活を豊かにしてきました。今回10年近い年月をかけ、困難な中、3つのニホニウムを合成・発見しました。このニホニウムは現在のところ、人々の生活に直接かかわることはないと考えられます。しかし元素は我々の宇宙の重要な構成要素であり、これを探索することは、人類に科学の基礎を与え、原子核の安定性についてより深い理解を与えます。物質の存在にかかわる基礎研究の深化は、未来の科学、ひいては科学技術と社会の発展に大きな貢献をすることは間違いありません。

ニホニウムの合成の原理は数字の上では単純です。亜鉛(Zn 原子番号=陽子数 30)の原子核とビスマス(Bi 原子番号=陽子数 83)の原子核を衝突させ、融合させれば 30 + 83 = 113 番元素・ニホニウムが出来上がります。実験開始は 2003 年 9 月、夜に日をついで亜鉛ビームを当て続け、翌年の 2004 年 7 月 23 日に、やっとひとつのニホニウムが合成されたことを確認しました。

確認するには、新元素がα崩壊することを利用します。α崩壊は原子核からα粒子(=ヘリウム原子核 原子番号 2)が放出される現象です。新元素からは 3 秒間のうちに次々と4個のα粒子が放出され、約 40 秒後には核分裂を起こしました。この4個目のα粒子のエネルギーが当時すでに知られていたポーリウム 266 (Bh 原子番号 107、中性子数 159)が出すα粒子のエネルギーとほとんど同じだったので、これは新元素が陽子数 2 のα粒子を 3 つ放出してポーリウムになったということ、つまり新元素は 107 + 2 + 2 + 2 = 113 番元素・ニホニウムに違いないということ意味します。

ニホニウムはどのようにして発見されたのか?



さらに実験は続きます。翌年 2005 年 4 月 2 日に 2 つ目を確認。そして 2012 年 8 月 12 日、とうとう 3 つ目を確認。これは 4 個のα粒子を放出してドブニウムになった後も核分裂せず、さらに2個のα粒子を放出したのであります。その上 4、5、6 個目のα粒子のエネルギーはそれぞれポーリウム 266、ドブニウム 262 (Db 原子番号 105、中性子数 157)、そしてローレンツウム 258 (Lr 原子番号 103、中性子数 155) が出す既知のα粒子のエネルギーと同じだったので、ニホニウムの合成に間違いなく成功したのであります。

# 新 JAPAN NIHONIUM 元素 113 Nh

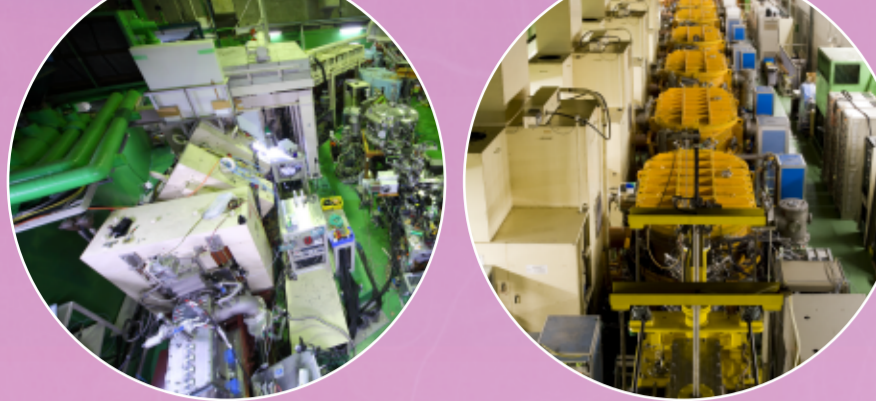
ニホニウム命名記念ポスター



アメリカ	フィンランド	ロシア	ハンガリー
イギリス	フランス	旧ソ連	ルーマニア
スコットランド	オランダ	ドイツ	日本
イタリア	スイス	スペイン	
オーストラリア	スウェーデン	デンマーク	

1	2																	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
H	He																	He
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	
Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		
113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129		
Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129		
Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129		

純国産の装置群と、加速器スタッフの不断の努力で



まずは世界最高のビーム強度を誇る線形加速器ライラック (RILAC)<sup>※2</sup>。1 秒間に 2.4 兆個もの亜鉛原子をビームにして光速の 10% まで加速し、ビスマスの標的に照射します。もしビーム量が 10 分の 1 だったら? ニホニウムを 3 つ作るのに 100 年! とても発見出来ませんでした。

実はこのビーム、強力過ぎて、厚さ 1 万分の 5mm のビスマス標的に一瞬で穴を開けてしまいます。そこで、同じ場所にビームを当て続けられないよう、標的を円盤上に並べ毎分 3000 回転以上で回すことにしました。この回転標的も立派な立役者です。

さてニホニウムが合成されるのはとても稀です。そのうえ折角出来ても、大量の亜鉛ビームに混じってしまっています。その中からニホニウムだけを選び分けられるのが気体充填型反跳分離器 (GARIS)<sup>※3</sup> です。あたかも浜辺の砂の中から一粒のダイヤモンドを探し出すような大立役者です。この GARIS が無くては、ニホニウムを見つけることは不可能なのです。

これらの装置はいずれも研究者が自ら設計し、加速器を運転するスタッフの人達とともに作り上げました。実験は 24 時間連続で何週間も休むことなく続きます。その間ずっと加速器の運転を続ける加速器スタッフの不断の努力が実験を成功に導いてくれました。

## NEWS! 2016年11月30日、元素名ニホニウムを正式発表!

### 森田グループディレクターのコメント

我々の提案した元素名「nihonium」、元素記号「Nh」が認められ、正式決定したことを大変うれしく思っております。日本発、アジア初の元素名が人類の知的財産として将来にわたり継承される周期表の一席を占めることになりました。研究グループの代表として大変光栄に思います。



2016年12月1日の記者会見にて。右から、松本総理工事長、森本幸司チームリーダー、森田浩介(理研)理科加速器研究センター超重元素研究グループグループディレクター、九州大学大学院理学研究院 教授)、延秀仁(理科加速器研究センター 研究員)

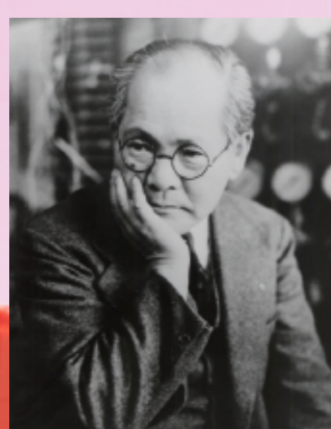
基礎科学における発見は、そののち思いもよらないブレイクスルーを数多く生み出し、人類に多くの恩恵をもたらしてきました。一方、基礎科学研究そのものが

日々の生活に直接影響を与えることはほとんどありません。そんな状況にもかかわらず、私たちの実験のような長期的で地道な基礎科学研究を支援して下さった国民の皆様、そして研究所と関係府省の皆様改めて深く感謝します。ありがとうございます。

## HISTORY of NIHONIUM

1984年	実験スタート
1986年	RIBF、GARISの改良
2001年	108番、110番、111番元素でテストし成功
2003年	113番元素での実験スタート
2004年	112番元素でテストし成功
2004年	113番元素を初合成
2005年	2個目の113番元素を合成
2012年	3個目の113番元素を合成
2015年	命名権獲得
2016年	元素名「nihonium(ニホニウム)」、元素記号「Nh」に決定

2016年12月1日の記者会見にて。右から、松本総理工事長、森本幸司チームリーダー、森田浩介(理研)理科加速器研究センター超重元素研究グループグループディレクター、九州大学大学院理学研究院 教授)、延秀仁(理科加速器研究センター 研究員)



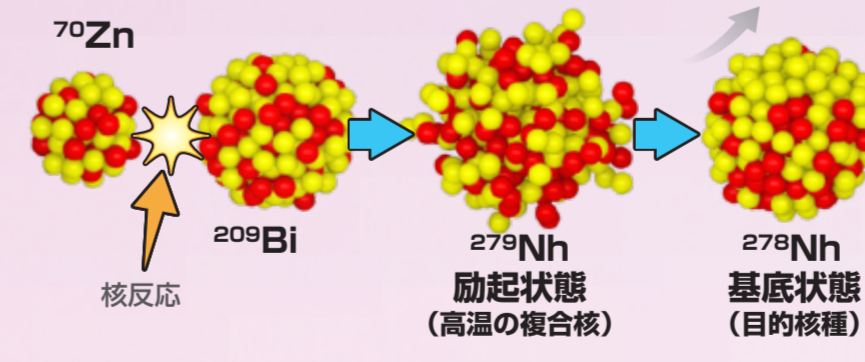
仁科 芳雄(1890-1951) 93番元素(ネプツニウム)を発見した1940年には、仁科芳雄が加速器を用いてウラン238から中性子を叩き出す実験を行いました。生成されたウラン238のβ崩壊を観測したことから、ウランより陽子が1多い93番元素が間違いなく生成されたことが判明しました。残念ながら新元素の化学分離が出来ず、新元素発見には至らなかったのです。

今回、新元素への命名権を日本で初めて得ましたが、実は命名したのは初めてではありません。小川正孝による「ニホニウム」の研究です。1908年、小川は原子量が約100の43番元素を精製・分離したと主張し、「ニホニウム」として発表しました。しかし他の誰も結果を再現できず、その信頼性は揺らいでいきました。それから29年後の1937年、エミリオ・セグレが米国の加速器を使って43番元素を作り出したのです。ニホニウムは幻となり、43番元素は1947年にテクネチウム(Tc)と命名されました。実はこのテクネチウムに安定元素は存在しませんでした。



小川 正孝(1865-1930)

元素発見に挑戦し続けた先人たちが



さらに実験は続きます。翌年 2005 年 4 月 2 日に 2 つ目を確認。そして 2012 年 8 月 12 日、とうとう 3 つ目を確認。これは 4 個のα粒子を放出してドブニウムになった後も核分裂せず、さらに2個のα粒子を放出したのであります。その上 4、5、6 個目のα粒子のエネルギーはそれぞれポーリウム 266、ドブニウム 262 (Db 原子番号 105、中性子数 157)、そしてローレンツウム 258 (Lr 原子番号 103、中性子数 155) が出す既知のα粒子のエネルギーと同じだったので、ニホニウムの合成に間違いなく成功したのであります。

【※1】RIビームファクトリー (RIBF) 理研が有する RI ビーム発生施設と独自の超重核実験設備で構成される重イオン加速器施設。RI ビーム発生施設は、2 基の線形加速器、5 基のサイクロトロンと超伝導 RI ビーム分離生成装置「BigRIPS」で構成される。世界最多となる約 4,000 種の RI を生成できる。

【※2】重イオン線形加速器 [RILAC] RILAC は RIKEN Linear Accelerator の略。高周波電場を用いて、重イオンを直線的に加速する加速器。多数のチューブ型電極が空洞の中に高線路上に並べられている。RILAC は、重イオンを加速するために低い周波数(18 ~ 45MHz)で運転でき、また多量のイオンに対応するため周波数も変えられる。通常のイオン線形加速器はパルス運転だが RILAC は連続運転ができるため、平均ビーム強度が非常に高い。

【※3】気体充填型反跳分離器 [GARIS] GARIS は Gas-filled Recoil Ion Separator の略。重イオン核融合反応で合成した目的の超重元素を、入射ビームや副反応生成物から高効率・高分離能で分離・収集する装置。ヘリウムガスの充填により、目的とする超重元素イオンが標的膜からどのような角度で飛び出てきても、高い効率で収集できる。

一出版一  
「羽場宏光」イラスト図解 元素 日東学院社 (2010.5.11)  
「羽場宏光」イラスト図解 元素 日東学院社 (2010.5.11)  
[IUPAC ウェブサイト (http://www.iupac.org/)]  
Pure Appl. Chem. 75, 683-900 (2003). / P. Curie and S. Curie, Compt. Rend. Acad. Sci. 127, 175 (1898). / D. R. Corson, K. R. MacKenzie, and E. Segrè, Phys. Rev. 58, 672 (1940). / E. Darm. Abh. Naturf. Ges. Halle, 23, 1 (1900). / M. Perey, Compt. Rend. Acad. Sci. 208, 97 (1939). / P. Curie, M. Curie, G. Bémont, Compt. Rend. Acad. Sci. 127, 1215 (1898). / A. Debierne, Compt. Rend.

Acad. Sci. 129, 593 (1899). / Phys. Rev. 57, 1185 (1940). / Phys. Rev. 69, 366 (1946). / Chem. Eng. News 23, 2190 (1945). / Phys. Rev. 78, 298 (1950). / Phys. Rev. 99, 1048 (1955). / Pure Appl. Chem. 65, 1757-1814 (1993).  
一監修一 製作一  
理科加速器研究センター広報委員会、羽場宏光、宮内成典、渡邊隆、森本司、加治大哉、仁科加速器研究推進室  
画像提供: 東北大学史料館