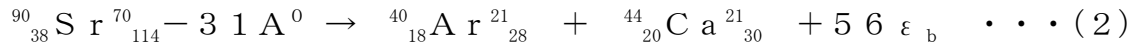


[様式2 (汚染水処理対策委員会に報告し、一般公開となるものです)]

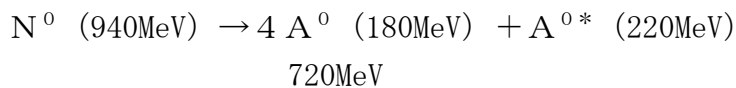
御提案書	
技術分野	③
御提案件名	「三核子論」による放射性物質に対する核分離手法
御提案者	有限会社フローネット、新井和夫
<p>1. 技術等の概要 (特徴、仕様、性能、保有者など)</p> <p>元素の原子核は、陽子、中性子で構成されているという通説の「二核子論」に対して、本技術の発明者の一人である新井が提唱する、原子番号3以上の元素の原子核は、陽子、中性子およびα胞結合機能を有する第三の核子A<sup>0</sup>で構成されているという「三核子論」により、単独または複数の物質に対して、物質の原子核を構成する核子A<sup>0</sup>の数を原子核質量式に基づいて制御する技術である。</p> <p>本技術で、エネルギーの高効率での獲得、安全な効率的な核分離手法、核種変換や核合成が、可能となる。</p> <p>この技術の一つである核分離手法によって、今回の技術公募目的の「海水中の放射性Cs、Sr除去」に対して、海水中から分離された放射性セシウム、ストロンチウムの除染(安定化)が可能となる。</p> <p>「三核子論」による本技術の核分離手法とは、描像的なαクラスター構造論において、α胞を結合している最適なA<sup>0</sup>群配位状態と質量レベル(すなわち、質量スペクトルの安定ライン上にあること)を乱して(ズラして)やることで、自発的にして静的な核分離を促す技術である。静的な核分離とは、非放射性の子核(安定核)のみを生み出すことであり、安全である。</p> <p>最も代表的な長寿命放射性物質セシウム<math>^{137}_{55}\text{Cs}</math>についての除染プロセスの例としては、セシウム<math>^{137}_{55}\text{Cs}</math>にA<sup>0</sup>*を照射し、<math>^{137}_{55}\text{Cs}</math>の母核のα胞を結合している94個のA<sup>0</sup>を剥ぎ取ることで、式(1)で示すように、長寿命放射性核を非放射性の安定核である<math>^{56}_{26}\text{Fe}^{21}_{27}</math>および<math>^{63}_{29}\text{Cu}^{26}_{39}</math>に核変換することで、除染することが可能となる。</p> $^{137}_{55}\text{Cs}^{141}_{201} - 94\text{A}^0 \rightarrow ^{56}_{26}\text{Fe}^{21}_{27} + ^{63}_{29}\text{Cu}^{26}_{39} + 135\varepsilon_b \cdots (1)$ <p>ここで、<math>^{\text{MZ}^*}_{\text{Z}}\text{X}^{\text{nz}^*}_{\text{nQ}^*}</math>の各記号については、以下のとおりである。</p> <p>X: 元素記号、Z: 原子番号、MZ*: 原子核質量、nz*: A<sup>0</sup>総数、nQ*: ε<sub>b</sub>総個数</p> <p>なお、A<sup>0</sup>*はA<sup>0</sup>にエネルギーε<sub>b</sub>(40MeV)を加えたものである。</p> <p>この除染プロセスによって、94個のA<sup>0</sup>と135ε<sub>b</sub>のエネルギー獲得も可能となり、生成したFeとCuも別途産業利用できる。</p> <p>また、ストロンチウムの除染プロセスの例としては、ストロンチウム<math>^{90}_{38}\text{Sr}</math>にA<sup>0</sup>*を照</p>	

射し、 ${}^{90}_{38}\text{Sr}$ の母核の $\alpha$ 胞を結合している31個の $A^0$ を剥ぎ取ることで、式(2)で示すように、長寿命放射性核を非放射性的の安定核である ${}^{40}_{18}\text{Ar}$ および ${}^{44}_{20}\text{Ca}$ に核変換することで、除染することが可能となる。



また、この除染プロセスによって、31個の $A^0$ と $56 \epsilon_b$ のエネルギー獲得も可能となり、生成したArとCaも別途産業利用できる。

なお、本技術は原子炉のイニシエータで使われている方法で、 $\alpha$ 粒子をベリリウムに照射したときの発生粒子を通説の中性子 $N^0$ でなく、下記のように4個の $A^0$ および $A^{0*}$ であるとの新しい知見によるものである。



本技術の詳細な説明は以下の通りである。

従来、「原子核の性質を知ろうとする場合、まず問題にしなければならない基本的な量は、原子核質量である」と言われている。

通説の原子核の質量表式は、原子核は陽子と中性子で構成されているという「二核子論」を前提に作られている。その既存表式は実験式の類にすぎず、原子番号 $Z$ が既知の原子について、実験で得られた核の質量実測値 $M_z$ から原子番号 $Z$ に相当する数の陽子の質量を差し引いて、残りの質量( $M_z - Z$ )が全て中性子によるものとして中性子の数を決定し、帰納的に質量表式を作成している。したがって、中性子の数を描像的・理論的に決定しているわけではない。

なお、湯川の子言した $\pi$ 粒子は仮想粒子であり、文献8で示すように、既存の物理学理論による解釈では、 $\pi$ 粒子は原子核の質量として寄与(反映)していない。

本技術の発明者の一人新井は以前から、原子核が陽子(以下 $P^+$ と称す)と中性子(以下 $N^0$ と称す)および $\pi^*$ 粒子で構成されているという「三核子論」を提唱してきた(文献1~文献6)。

近年になって、文献9で述べているように、「最近の研究では、パイ粒子の導入が不可欠なこと、およびパイ粒子が核内で重要な役割を果たしていること」を強調しており、本技術で主張する $\pi^*$ 粒子の存在を正当化している。

本技術においては、新井の提唱する $\pi^*$ 粒子は仮想ではなく実在するので、 $A^0 = \pi + \epsilon$ (エネルギー)で与えられる第三の核子 $A^0$ (以下 $A^0$ と称する)として、以下「三核子論」について描像的に説明する。

「二核子論」では、原子核が $P^+$ と $N^0$ で構成されているとの理解に対して、新井の「三核子論」は、原子核構成の一方を $P^+$ とし、他方をバリオンとするものである。

バリオン構成物は $N^0$ および $A^0$ とし、各元素は、 $P^+$  1個の原子番号 $Z$ が1の水素原子核をスタートとして、原子番号 $Z$ の増加すなわち $P^+$ の1個ずつの増加にともなって、バリオンが最低エネルギーレベル（すなわち $N^0$ 単体）から順に一個ずつ組み合わせていく。そのバリオンは1個の $N^0$ と $n_A$ 個の $A^0$ および $n_Q$ 個分の振動エネルギー $\varepsilon_b$ とで構成される複合粒子であり、バリオンの質量表式は(3)のとおりである。

$$m_{B_i} = m_N + n_A m_A + n_Q \varepsilon_b \quad \dots (3)$$

ここで、 $m_{B_i}$ ：バリオン質量、 $m_N$ ： $N^0$ 質量、  
 $n_A$ ： $A^0$ 個数、 $m_A$ ： $A^0$ 質量、 $n_Q$ ： $\varepsilon_b$ 個数、  
 $\varepsilon_b$ ：振動エネルギー

図1に、バリオン（フリー状態）の空間構造を示す。

2： $N^0$ 、3： $A^0$ 、5： $N^0$ の公転軌道、  
 6： $A^0$ の公転軌道

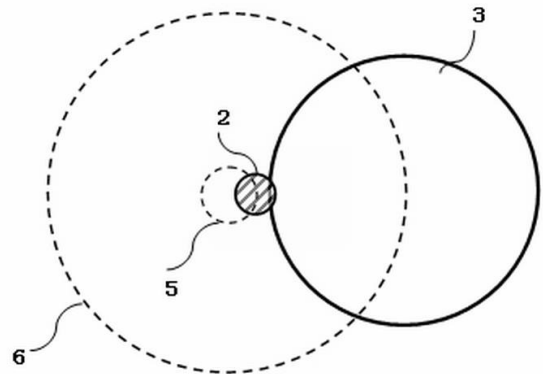


図1

なお、バリオン中で顕在質量として存在していた振動エネルギー $n_Q \varepsilon_b$ は、原子核の中では $P^+$ と $N^0$ との結合エネルギーとして潜在化している。

ここで、最大の $Z$ 数はバリオン総数である $[Z] = 137$ であり、全ての $Z$ について $A^0$ 総数 $n_z^*$ と $\varepsilon_b$ 総個数 $n_Q^*$ の値を特定している（表1および表2で後述する）。

なお、全137種のバリオンの特性については、文献6で示した。

新井の「三核子論」は、原子番号3以上の物質の場合、「二核子論」における核子である $P^+$ と $N^0$ の他に第三の核子 $A^0$ で構成されているとするものである。

さて、水素とヘリウムを除く物質の原子核は、原則として $\alpha$ 胞の結合体（ $\alpha$ クラスター）で構成されている。 $\alpha$ 胞とは2個の $P^+$ と2個の $N^0$ からなる $\alpha$ 核を中心に保有する単位構造である。厳密には、原子番号（ $Z$ ＝陽子の数）が偶数の場合（以下 $\alpha^+$ 胞と称す）であり、奇数の場合には、1個の陽子・中性子結合体（1個の $P^+$ と1個の $N^0$ で構成、以下 $\alpha^-$ 胞と称す）が存在する。

$\alpha$ 核、正確には $\alpha^+$ 核とは、一般概念と同様に、2個の $P^+$ と2個の $N^0$ とで構成されるものであるが、「三核子論」における $\alpha^+$ 核の空間構造は、ハイゼンベルグの考えである「 $P^+$ と $N^0$ がその互いの公転軌道を交換し

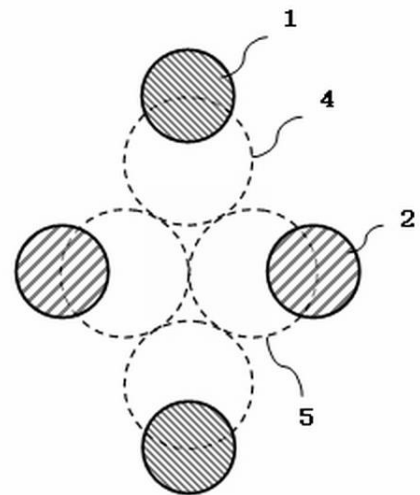


図2

合って結合力（いわゆる核力の一つ）を発現している」を採用すると、自・公転する $P^+$ と $N^0$ の混合体であり、 $P^+$ 同士は電氣的反発ゆえに外接していないが、2個の $N^0$ の公転軌道同士は外接している。したがって、 $P^+$ 数2個と $N^0$ 数2個の描像は基本的な形として、図2となる。

1 :  $P^+$ 、2 :  $N^0$ 、4 :  $P^+$ の公転軌道、5 :  $N^0$ の公転軌道  
これはHe（ヘリウム）核である。

そして、原子番号 $Z = 4$ の元素であるベリリウム ${}^9_4\text{Be}$ の原子核は、 $P^+$ 4個と最低エネルギーレベルより数えて4番目までのバリオンで構成され、2つの $\alpha$ 胞を持つ。2個ある第三の核子 $A^0$ は、この2つの $\alpha$ 胞を結合しており、2個の $\alpha$ 胞の $A^0$ 公転軌道が外接しあって結合した $\alpha$ クラスター構造を形成しているとするものである。1つの $A^0$ 公転軌道上には、 $A^0$ 公転軌道半径および $A^0$ 半径の寸法上、1~4個の $A^0$ が存在できる。その空間（幾何学的）構造は、図3のようになる。

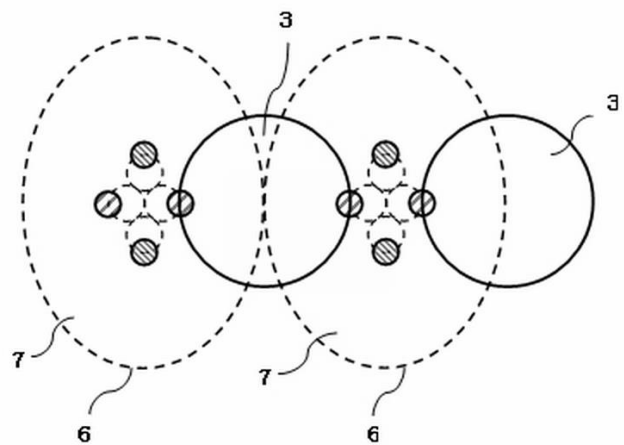


図3

3 :  $A^0$ 、6 :  $A^0$ の公転軌道、7 :  $\alpha$ 胞

$A^0$ は、図3に示すように、 $\alpha$ 核をその周転円内に包含（内包）する構成となつて、 $\alpha$ 胞を形成する。かつ、 $A^0$ は複数の $\alpha$ 胞を結合する役割を担っており、各々公転している $P^+$ または $N^0$ と $A^0$ とが断続的に重なり合うことで、両者間の結合ポテンシャルエネルギー（潜在） $\varepsilon_a$ を生み出しているとし、 $A^0 = \pi + \varepsilon_a$ と同定した。

そこで、図3の $A^0$ は質量を $m_\pi$ （ $\pi$ 粒子質量）として描いてある。

図3では、各核子の公転半径は $a_r = (h / 2\pi) / mc$ で与えられ、核子半径は $a_s = a_r / \sqrt{2}$ として与え、実寸比で描写してある。 $h$  : プランク定数、 $m$  : 核子質量、 $c$  : 光速である。この計算には、 $P^+$ 、 $N^0$ 、 $A^0$ とも一般に測定された質量を適用している。すなわち、核子 $P^+$ や $N^0$ と $A^0$ との質量比が、このような原子核の空間的構造を創り上げているといえる。

このように、 $A^0$ によって複数の $\alpha$ 胞を結合した構造が、一般に言う $\alpha$ クラスターに相当する。

$\alpha$  クラスター構造の一例を、酸素  $^{17}_8\text{O}$  (6個の  $A^0$  を持つ) について図4に示す。

3 :  $A^0$ 、7 :  $\alpha$  胞

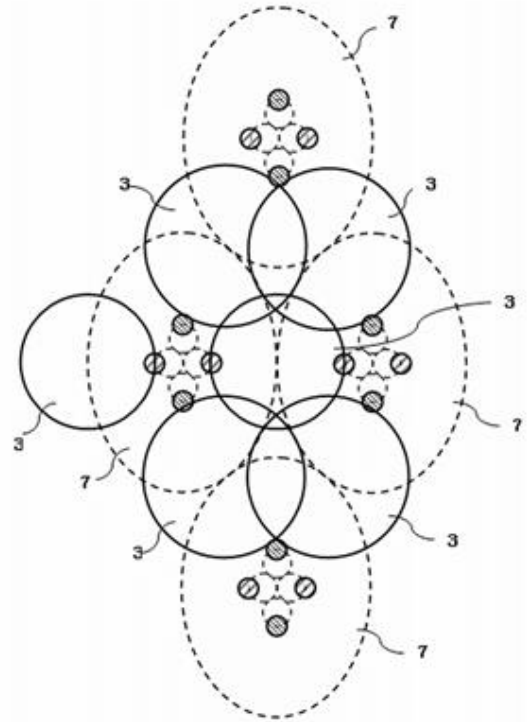


図4

以上のように、本技術の発明者の一人新井がこれまで提唱してきた「三核子論」は、瞬時に崩壊しない原子核は、 $Z$ 個の  $P^+$  と同じ  $Z$ 個の  $N^0$  と、そして  $n_Z^*$  個の  $A^0$  の三種の核子で構成され、第三の核子  $A^0$  が、各元素の原子核において、 $\alpha$  胞を結合する役割を担っている、とするものである。

最近の研究で例えば、板垣らが「中性子の果たす“糊”の効果と  $\alpha$  クラスターの結合形態」(文献7)としてその研究成果を発表しているが、新井の提唱への確証ともなっている。

また、新井は「三核子論」による原子核質量について、以下であることも提唱してきた。すなわち、瞬時に核変換しない元素(以下、安定元素と称す)は  $Z$  数(原子番号)に対応して  $n_Z^*$  ( $A^0$  の総数)が決められており、この安定元素の原子核質量  $M_Z^*$  は、式(4)で求められる。

$$M_Z^* = Z (m_P + m_N) + n_Z^* m_A \quad \dots (4)$$

ここで、 $m_x = (A\pi + B) [Z] m_e$

ただし、 $X [A \cdot B]$ 、 $[Z] = 1 \ 3 \ 7$

$P^+ [3 \cdot 4]$ 、 $N^0 [3 \cdot 4]$ 、 $A^0 [1/2 \cdot 1]$

$m_P$  :  $P^+$  質量、 $m_N$  :  $N^0$  質量、 $m_A$  :  $A^0$  質量、 $m_e$  : 電子質量

(4) 式で算出した原子核質量  $M_Z^*$  は、表1、表2および図5で示すように、これまで一般に測定された安定元素の原子核質量 ( $M_Z$ ) と精度よく一致している。この事実は(4)式が理論的根拠を持った原子核質量表式として認められる資格を有するといえる。

すなわち、表1、表2および図5は数少ない原子核に関する定量的なデータを理論的に説明する貴重な検証結果といえる。なお、表1および表2には、バリオンの質量表式(3)から求めた  $\varepsilon_b$  総個数  $n_Q^*$  も記載した。

表 1

元素記号	原子番号 Z	A <sup>0</sup> 総数 n <sub>z</sub> *	原子核質量 M <sub>z</sub> * (×m <sub>N</sub> )	ε <sub>b</sub> 総個数 n <sub>q</sub> *	元素記号	原子番号 Z	A <sup>0</sup> 総数 n <sub>z</sub> *	原子核質量 M <sub>z</sub> * (×m <sub>N</sub> )	ε <sub>b</sub> 総個数 n <sub>q</sub> *
H	1	0	1.0	0	Kr	36	65	84.5	110
He	2	0	4.0	0	Rb	37	68	87.1	113
Li	3	1	6.2	0	Sr	38	71	89.6	116
Be	4	2	8.4	1	Y	39	75	92.4	116
B	5	3	10.6	3	Zr	40	79	95.2	116
C	6	4	12.8	5	Nb	41	82	97.8	122
N	7	5	15.0	8	Mo	42	85	100.3	127
O	8	6	17.2	11	Tc	43	88	102.9	132
F	9	7	19.4	14	Ru	44	91	105.5	137
Ne	10	8	21.5	17	Rh	45	94	108.1	143
Na	11	9	23.7	20	Pd	46	97	110.6	148
Mg	12	11	26.1	20	Ag	47	100	113.2	153
Al	13	13	28.5	20	Cd	48	104	116.0	155
Si	14	15	30.9	22	In	49	108	118.8	158
P	15	17	33.3	24	Sn	50	112	121.5	160
Si	16	19	35.7	26	Sb	51	116	124.3	162
Cl	17	21	38.0	28	Te	52	119	126.9	169
Ar	18	23	40.4	32	I	53	122	129.4	177
K	19	25	42.8	36	Xe	54	125	132.0	184
Ca	20	27	45.2	41	Cs	55	128	134.6	191
So	21	29	47.6	45	Ba	56	131	137.2	198
Ti	22	31	50.0	49	La	57	134	139.7	206
V	23	33	52.4	53	Ce	58	137	142.3	213
Cr	24	36	54.9	54	Pr	59	140	144.9	222
Mn	25	39	57.5	55	Nd	60	143	147.5	231
Fe	26	42	60.1	56	Pm	61	146	150.0	241
Co	27	44	62.5	63	Sm	62	149	152.6	250
Ni	28	46	64.8	69	Eu	63	152	155.2	259
Cu	29	48	67.2	75	Gd	64	155	157.8	268
Zn	30	50	69.6	81	Tb	65	158	160.3	278
Ga	31	52	72.0	88	Dy	66	163	163.3	279
Ge	32	54	74.4	94	Ho	67	168	166.3	280
As	33	56	76.8	100	Er	68	172	169.0	286
Se	34	59	79.3	103	Tm	69	176	171.8	293
Br	35	62	81.9	107	Yb	70	180	174.6	299

表 2

元素記号	原子番号 Z	A <sup>0</sup> 総数 n <sub>z</sub> *	原子核質量 M <sub>z</sub> * (×m <sub>N</sub> )	ε <sub>b</sub> 総個数 n <sub>q</sub> *	元素記号	原子番号 Z	A <sup>0</sup> 総数 n <sub>z</sub> *	原子核質量 M <sub>z</sub> * (×m <sub>N</sub> )	ε <sub>b</sub> 総個数 n <sub>q</sub> *
Lu	71	184	177.3	305	Sg	106	335	276.3	655
Hf	72	188	180.1	311	Bh	107	340	279.3	668
Ta	73	192	182.9	318	Hs	108	345	282.2	679
W	74	196	185.6	324	Mt	109	350	285.2	691
Re	75	200	188.4	332	Ds	110	355	288.1	702
Os	76	204	191.2	340	Rg	111	360	291.0	713
Ir	77	208	193.9	349	Cn	112	365	294.1	724
Pt	78	212	196.7	357		113	370	297.0	736
Au	79	216	199.5	365		114	375	300.0	751
Hg	80	220	202.2	373		115	380	302.9	766
Tl	81	224	205.0	382		116	385	305.9	781
Pb	82	228	207.8	392		117	390	308.9	797
Bi	83	232	210.5	402		118	396	312.0	809
Po	84	236	213.3	412		119	402	315.0	821
At	85	240	216.1	423		120	408	318.1	833
Rn	86	244	218.8	433		121	414	321.3	846
Fr	87	248	221.6	443		122	420	324.4	858
Ra	88	252	223.6	453		123	426	327.6	872
Ac	89	256	227.1	466		124	432	330.7	886
Th	90	260	229.9	478		125	438	333.9	901
Pa	91	264	232.7	490		126	444	337.0	915
U	92	268	235.4	502		127	450	340.2	929
Np	93	272	238.2	515		128	456	343.3	945
Pu	94	276	241.0	527		129	462	346.5	962
Am	95	280	243.8	539		130	468	349.6	978
Cm	96	285	246.7	547		131	474	352.8	996
Bk	97	290	249.7	556		132	481	356.1	1011
Cf	98	295	252.6	564		133	488	359.4	1027
Es	99	300	255.6	572		134	495	362.8	1042
Fm	100	305	258.5	580		135	502	366.1	1057
Md	101	310	261.5	589		136	509	369.5	1074
No	102	315	264.5	602	Kz	137	516	373.0	1092
Lr	103	320	267.4	615					
Rf	104	325	270.4	628					
Db	105	330	273.3	642					

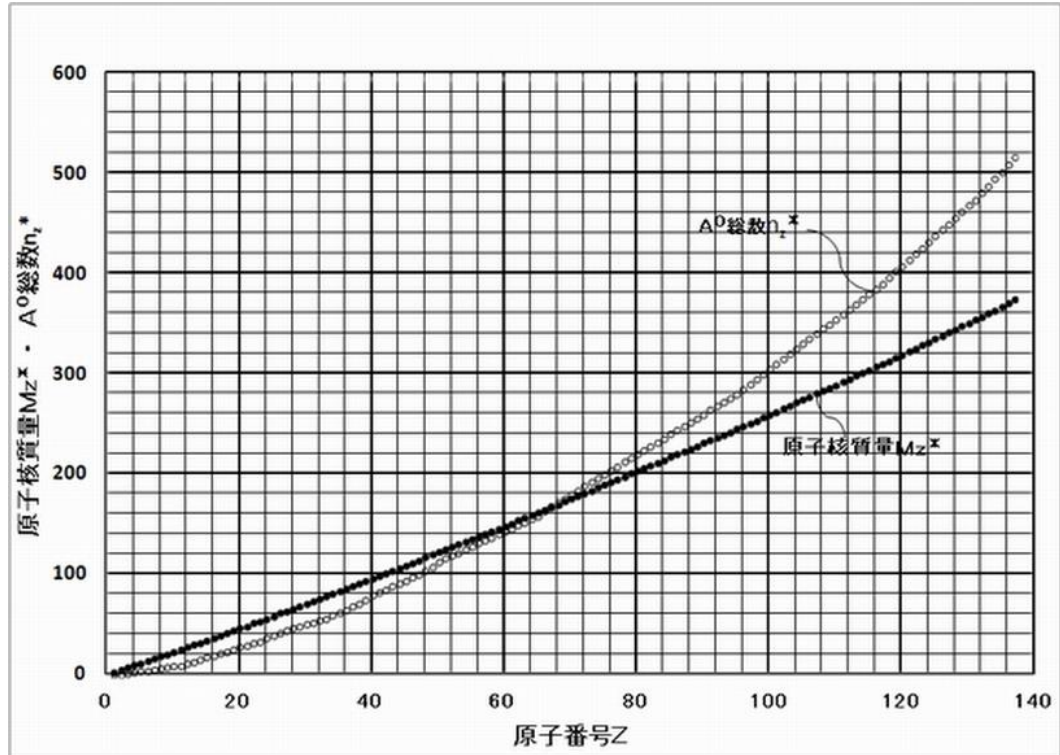


図5

## 参考文献

【文献1】「素粒子の統一理論」新井和夫、日本物理学会、秋の分科会講演予稿集 1978 (1)、6、1978年9月11日

【文献2】「バリオンの微細質量表式」新井和夫、日本物理学会、年会予稿集 34 (1)、1、1979年3月15日

【文献3】「根源定理の提唱およびこれから演繹される基本物理定数と原子描像（新原子核論—I）」新井和夫、日本物理学会講演概要集、秋の分科会 1996 (1)、96、1996年9月13日

【文献4】「原子核内部の力学的描像（新原子核論—II）」新井和夫、日本物理学会講演概要集、秋の分科会 1996 (1)、96、1996年9月13日

【文献5】「物理学世界基本構造の模索（新原子核論—III）」新井和夫、日本物理学会講演概要集、秋の分科会 1996 (1)、96、1996年9月13日

【文献6】「新原子核論；物理学の源流探訪—物理学の根源原理提唱とその演繹結果—」新井和夫著、菱三印刷株式会社出版、2000年12月7日

【文献7】「中性子の果たす“糊”の効果と $\alpha$ クラスターの結合形態」板垣直之、Jochin A. Maruhn、木村真明、日本物理学会誌 Vol. 64, No. 11, 2009年

【文献8】「最も簡単な半経験的原子核質量表式」小野周監修、現代物理学小事典講談社、ブルーバックス、1993年12月20日

【文献9】「相対論的多体系としての原子核」土岐博・保坂淳著、大阪大学出版会、2011年12月22日

2. 備考（以下の点など、可能な範囲で御記入いただけますようお願いいたします）

・開発・実用化の状況（国内外の現場や他産業での実績例、実用化見込み時期を含む）

・開発・実用化に向けた課題・留意点

現在各方面で開発されている海水中の放射性 Cs、Sr 物質の分離後に本技術を活用するので、これらの分離技術と本技術との連携で効率的な Cs、Sr の除染（安定化）を図る。

・その他（特許等を保有している場合の参照情報等）

特願 2012-268891 「核エネルギー獲得と新物質核種獲得の方法」（出願日：平成 25 年 12 月 8 日）出願人：有限会社フローネット、新井和夫

（備考）技術提案募集の内容（6 分野）

- ① 汚染水貯蔵（タンク等）
- ② 汚染水処理（トリチウム処理等）
- ③ 港湾内の海水の浄化（海水中の放射性物質の除去等）
- ④ 建屋内の汚染水管理（建屋内止水、地盤改良等）
- ⑤ 地下水流入抑制の敷地管理（遮水壁、フェーシング等）
- ⑥ 地下水等の挙動把握（地下水に係るデータ収集の手法、水質の分析技術等）