

昨年に引続きあらゆる大都市災害中最大の人工災害たる原子爆の地上大爆発に対処する研究を続けたい。

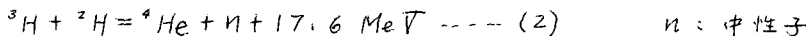
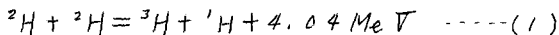
原子爆と普通の火薬の爆弾との破壊力の性質を対比するに普通火薬の場合には固相をなす材料が爆発して大容積のガスになりそれが今迄そこに場所を占めていた空気を押出す事によりその周囲の空気内に衝撃波を生ぜしめえが破壊力の主力をなすのである。

之に対し原子爆では爆発と共に先ず周囲の空気層内に超高速な粒子を飛散させて空気の分子と衝突、之を破壊して電子を遊離せしめて空気をプラズマ状態に到らしめる。このプラズマはその後電子が再び原子核を回る軌道に復帰する際に光と高速をもつ原子の集になり之が普通の普通の火薬爆弾のガスと同様な役をするのである。

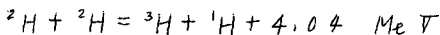
水爆が爆発すると超高速のヘリウム原子核、すなわち α 粒子や中性子が飛出すが α 粒子が先ずする事は出合った分子から電子を奪い去る事で、この場合はクーロン力に阻まれるので原子核と衝突して新しい原子核反応を起したり又は自らの進路を変えるケースが極めて稀な事は α 粒子の範囲が略直線である事からも推知せられる。すなわち α 粒子は空気の原子核よりその持つ電子を遊離せしめるのがその主な作用である。

一方中性子の方はクーロン力というじやま者が無いので空気の原子核に直接衝突する迄は速度も方向も変えない。又電子には全然無関係である。原子核の直径は分子のそれの大 $R/10$ 万分の1であるから直接衝突する機会には乏しく、空気の場合その自由行程は250米位である。すなわち遠距離を行つて空気の原子核と衝突して之に吸収され、その時200万電子ボルトの大エネルギーを放出するがその拡散範囲が広がるので結局この熱量は大い問題にはならない。

水爆の一例として重水を主な材料とする次の様な反応をするものを取上げて見よう。多くの物理教科書によれば



(1) に重水素を加えると



$$\begin{aligned} 3 \text{ } ^2\text{H} &= (^2\text{H} + ^2\text{H}) + ^1\text{H} + 4.04 \text{ MeV} = ^4\text{He} + n + 17.6 \text{ MeV} + ^1\text{H} + 4.04 \text{ MeV} \\ &= ^4\text{He} + ^1\text{H} + n + 21.64 \text{ MeV} \end{aligned}$$

すなわち3原子のDeuteronを潰して得られたのはヘリウム4原子、水素(普通の)1原子、中性子1個とenergy 21.64 MeVである。よつて重水($^2\text{H}_2\text{O}$)1分子当含有せられるenergyは

$$\frac{2}{3} (^4\text{He} + ^1\text{H} + n + 21.64 \text{ MeV}) = \frac{2}{3} (^4\text{He} + ^1\text{H} + n) + 14.43 \text{ MeV}$$

重水の場合 ^2H が2原子、 ^1O が1原子のとき出来るのはHeが $\frac{2}{3}$ 、 ^1H が $\frac{2}{3}$ 、 n が $\frac{2}{3}$ であるからenergyがこの割合で分配されるものとすれば ^4He 、 ^1H 、 n 、 ^1O 、各粒子各1個がもつenergyは

$$14.43 \div (\frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + 1) = 4.81 \text{ MeV} \text{ とする。}$$

この程度のenergyでは他の原子核と衝突しても原子核を破壊する力無く、唯各分子をばらばらにする程度である。よつてenergy 4.81 MeVの α 粒子が空気中の分子と1回の接触で失うenergyを平均35 eVと見ると α 粒子が停止する迄に電離する電子の数は

$$4810000 \div 35.0 = 137429 \text{ 個}$$

α 粒子等外部から来た粒子により電離された電子の跡はすぐ(10^{-8} 秒以内)に附近の電子により埋戻される。この時先に電離の際に使われた energy は復帰に当り光として放出されて直ちに運動 energy にはならない。しかしこの光 energy はやがて又電子の励起等に吸収せられて後更により長い波長の光として放出される。以下この様な過程をくり返す事により一部は光となつて外部に逃れ、一部は旧分子周辺の電子の励起等の energy となつて貯えられる。

α 粒子等により電離された電子が再び軌道電子に復帰する際に発する光波は一応その附近からは去つて行くものと考えられるが、しかし別の分子についても同様な事が行われていてやはり光波を発するので、結局ある区域内を考えるとそこから出る光波があると同時に入ってくる光波もあり、差引として去つて行くのはプラズマ域全体の表面から出て行く「輻射」だけとなる。

結局光波となつた energy は何れの形に於て旧分子内に蓄積されて行く事となる。

旧分子内ではその後も後続の α 粒子等により前と同様な過程がくり返され、軌道電子の energy 単位が上り、容易に電離し、しかもその跡へは戻りにくい様な状態になるであろう。かくなると後続の粒子等は次の電子を電離し始める。勿論始から2個以上の電子が引離される場合もある。かくして旧分子内の軌道電子は逐次電離されて行くであろう。

原子番号の多い原子程その軌道電子1個を取去る平均 energy が多くなり、又保有電子数は原子番号に正比例するから結局原子1個当の energy 収容量は原子番号と共に急速に増大する。かくて1個の分子が收容し得る energy 量には自らある限界があるものの如くである。かくなると α 粒子等はそこを通り抜けて新しい分子の破壊をするであろう。かくて旧水素爆弾の周囲には原子核反応で放出された energy を吸収して「プラス」マ化した空気層が出来る。而して原子番号の大きな原子の場合には空気の場合に比し電離される原子の数が少くてすむであろう。

次の各物質の場合その1分子が收容し得べき最大 energy 量は大凡次の如くなる。

物質	電子数	励起ポテンシャル	2原子
空気	7.21 (平均)	$\times 80.5$	$\times 2 = 1159.2 \text{ e.V}$
アルミニウム	13	$\times 150$	$\times 2 = 3900$
カルシウム	20	$\times 200$	$\times 2 = 8000$
鉄	26	$\times 250$	$\times 2 = 13000$

以上の立場からもし空気層が最大限度迄エネルギーを收容した場合1メガトン爆弾が爆発した場合生ずべきプラズマ層の大きさを計算すると、空気1立米(標準状態)当收容し得る最大限エネルギーは

$$1159.2 \times 2.69 \times 10^{25} = 3.118 \times 10^{28} \text{ e.V} = 1.189 \times 10^9 \text{ カロリー}$$

1メガトン爆弾の energy は 4.5×10^{16} カロリー 故 所要プラズマ量は

$$4.5 \times 10^{16} \div (1.189 \times 10^9) = 4.2 \times 10^7 \text{ 立米 (球に換算すると直径 93 米)}$$

「原子カハンドブック」によると20キルトン爆弾の爆発後火の玉が2層に分れる時の直径は約200呎(60米)であるから1メガトンの場合に換算すると

$$60 \text{ m} \times \left(\frac{10000}{5000}\right)^{\frac{2}{3}} = 287 \text{ 米} \quad \text{よつて上記の計算より可成大きい。}$$

よつて実際には各分子も energy の最大収容量はこれとされないと考える方がよいかも知れない。そこで今度は α 粒子が1回の接觸で与える energy が平均35 e.Vとし、之だけを各分子が保有すると仮定して計算して見よう。空気1粒米(標準状態)について

$$35 \text{ e.V} \times 2.69 \times 10^{25} = 9.415 \times 10^{26} \text{ e.V} = 3.59 \times 10^7 \text{ カロリー}$$

1メガトン TNT の生じるプラズマ量は $4.5 \times 10^{16} \div (3.59 \times 10^7) = 1.254 \times 10^9 \text{ 立米}$ 、

球に換算すると直径292米となり先の287米とよく合うので上の仮定が実際に近いのではみらるう。