昭和43年3月発行

放射線化学

RADIATION CHEMISTRY

Vol.3 No. 5
1968

日本放射線化学会
JAPANESE SOCIETY OF RADIATION CHEMISTRY

目　次

応用放射線化学の基礎的研究……桜田　一郎……1

〈総説〉
放射線化学における低分子の基礎過程……広田　鋼蔵……2

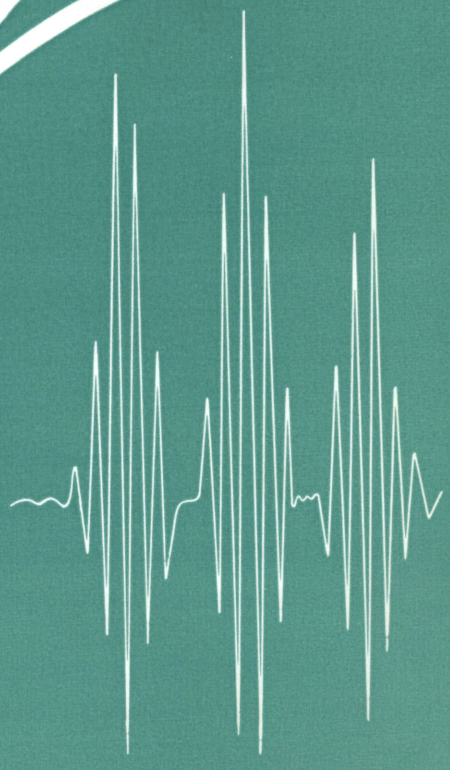
〈展望〉
1917年の放射線化学……佐藤　　伸……5

〈資料〉
高分子化学における放射線の利用
……町　　末男・沢柳　正一……10

〈研究所紹介〉
東京都立アイソトープ総合研究所……篠崎　善治……14
サクレー原子力研究所……林　晃一郎……15

〈会員の頁〉
放射線化学の基礎と応用……鈗　　実夫……16
放射線化学基礎研究の発展のために……西川　　勝……17

〈ニュース〉
第5回Miller Conference に出席して……田畑　米穂……19
ヨーロッパにおける放射線化学の研究……団野　晧文……21
ヨーロッパ印象記……堀田　　寛……22
第8回日本アイソトープ会議……
大島・福元・岡田・神山……24
第10回放射線化学討論会をかえりみて……
神山・飯塚・林・志田・岡田・津田……28
本会記事……32



応用放射線化学の基礎的研究

桜田一郎*

日本放射線高分子研究協会の大阪研究所は，昨年の6月1日づけで，日本原子力研究所へ移管され，その大阪研究所として活動をつづけている。昨年，原研への移管の前後に，宗像理事と大阪研究所のあり方や性格について，いろいろ語り合った。宗像さんは，結局応用放射線化学の基礎的研究ということになるのではなかろうかといわれた。いろいろ周辺の事情を考えて，私もこの表現は，簡潔であり，当を得ていると思うので賛成である。今日においても，もちろん，その意向は変らない。

昨年1年は，放高協時代の後始末でよかった。ぼつぼつ，旗じるしを明瞭にして仕事にとりかからなければならない。1958年の5月に放高協の大阪研究所が店開きをした。この前後から，米国では放射線化学の工業化に関し既に，Quiet enthusiasm！という声がきこえたが，日本では，まだ新らしかった。そして，実際に基礎研究の面でも，応用についても，やることがたくさんあった。何かに放射線を当てて，それが重合するとか，クロスリンクするとかいうことを見つけただけで，立派な報文になり，一応特許はとれた。それから10年，事情は幾分変って来た。

最近の米国のプラスチックス関係の書物をみると，放射線を化学的に利用した製品の価格は，1962年には2,000万ドルであり，それが1966年には，2億6,000万ドルに達したそうである。邦貨になおすと，900億円になるから，一応かなりの数字であるといわなければならない。この記事にもあるように，放射線化学の応用は主として，高分子関係において行なわれている。合成高分子の生産は，日本は米国についで，世界第2位である。生産額の比率だけからいうと，日本でも，米国の3分の1位は，放射線の応用があってよいことになり，製品の価格にすると約300億円ということになる。

実際に，可なりの規模で応用されている放射線化学の分野は，ポリエチレンのクロスリンキング，不飽和ポリエステル樹脂被覆のキュアリング，ポリエステル・綿混紡布のグラフト後処理によるSR（防汚加工），木材・ポリマー複合体の製造などであろうと思われる。ポリエチレンのクロスリンキングは，放射線化学の実際的応用の先駆となったものであり，今さら説明を要しないが，不飽和ポリエステル樹脂のキュアリングは，古く放高協の東京研究所でも研究せられたところである。

日本における放射線化学の応用に，あるいは応用研究に，もし中だるみがあったとしたら，それは，次のような事情によるものであると思われる。放射線を使って，何がしかの反応，たとえば，重合，グラフト反応を行なって，それが成功すると，すぐに触媒，熱，光などでもうまく行かないかと試みてみる。多少苦心すれば，それも成功するのが普通である。「何も面倒な放射線を使わなくてもよいではないか」ということになる。このようにして，プロセスとしての魅力は失われる。それと同時にプロダクトとしての魅力も影がうすくなる。

「放射線化学に特異反応はあるか？」といったようなことが，座談会のテーマとして討議される。特異反応の定義にもよるが，広くさがせばさがすほど，深く求めれば求めるほど「特異反応」の青い鳥は私達の手もとから逃げて行く。中だるみ後の，今の段階は，「特異反応」をさがすことでなく，手もとをじっくりと見つめて，キメ細く，放射線化学反応の利点を求めることである。

エチレンの放射線重合においては，10年近くも前にA. D. Littleは，放射線重合は，接触重合より幾分コストが高くつくとの計算を出した。この計算は正しいかも知れない。しかし，高崎研究所では，放射線重合によって粉末状のポリエチレンが得られることに着眼して，その性能をきわめ用途を開発しようとしている。

ポリエチレンのクロスリンキングは，有機パーオキサイドによっても出来るが，不純物を含有しないことは，電気的にも，また食品包装用にも大きい利点がある。

まだ発表の時期ではないが，われわれの行なっている繊維へのグラフト実験においても，放射線的方法は，他では得られない，いろいろの利点を示す場合がある。

応用放射線化学の基礎研究はよりきめ細く行なわれなければならない。

* 日本原子力研究所大阪研究所

〔総　説〕

放射線化学における低分子の基礎過程

広　田　鋼　蔵*

現在，放射線の物質に対する作用は，それが電磁波であっても高速度の粒子線であっても，結局はそのほとんど大部分が比較的低速度の電子による効果であることが知られている。そこで低分子の基礎過程は，質量分析計のイオン化室内でおこる 50V から，100V 位までの電子衝撃による過程と似たものとなろう。このような理由から，電子衝撃の結果を中心として，表題に関する最近の話題を提供する。

最近まで，放射線化学の初期過程は，二原子分子でいえば，**表 1** に示すように，中性分子から直接に正イオン $(AB)^+$，励起分子 $(AB)^*$，または負イオンの生成であり，これから各種の反応が起ると考えられてきた。これに対し，以上の初期生成物は，必ずしもこのような中性分子から直接過程により生ずるとは限らないと，1960年に Platzman[1] は主張し，これに関連し，超励起 superxcited 状態の存在を提唱した。この考えは，現在では彼一派を中心とする放射線化学の研究者のみならず，他の関連分野にも支持者がふえてきた。これについては，邦語でも Platzman の協同研究者たる井口氏のすぐれた総説がある[2]。本稿はこれに負うところが多く，同氏に感謝する。

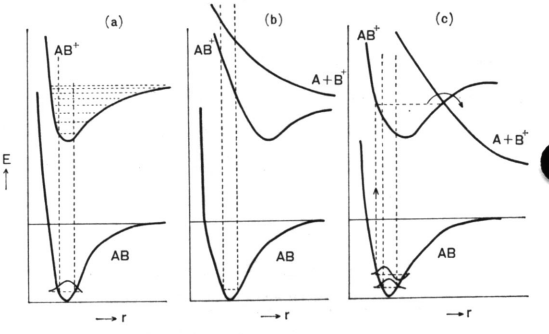
表 1　放射線反応の代表的初期過程

1. 正イオン化: $AB \rightsquigarrow (AB)^+ + e$
   - 自発的解離: $AB^+ \rightarrow A + B^+$
   - 中和による解離: $AB^+ + e \rightarrow A + B$
   - イオン分子反応: $AB^+ + AB \rightarrow AB_2^+ + A$
   - 電荷移動: $AB^+ + X \rightarrow AB + X^+$
2. 励起 : $AB \rightsquigarrow (AB)^*$
   - 自発的解離: $AB^* \rightarrow A + B$
   - 励起移動: $AB^* + X \rightarrow AB + X^*$
3. 負イオン生成: $AB + e \rightsquigarrow AB^-$, $A + B^-$

1　Franck-Condon 原理とイオン化

Platzman の考えに入る前に，これまでの通説を二原子分子のイオン化について説明する。これは**図 1** の (a), (b) のポテンシャルエネルギー (P. E.) ～核間距離曲線によると理解しやすい。すなわち中性分子が AB であれば，遷移が核間距離不変の条件にしたがうとの Franck-Condon 原理によって，イオン状態の $(AB)^+$ や $A^+ + B$ の生成がおこる。このような直接イオン化によって見事に説明ができた例に，古く Schaeffer-Hastings (1950)[3] によって行われた，水素の分子イオンと原子イオンの生成比の検討がある。その結果は水素の基底及び励起 P. E. 曲線からの予想値が，H_2 のみならず D_2, T_2 の実測値とよく合うことがわかり Franck-Condon 理論の支持となっている。

図 1　二原子分子のイオン化



同じ説明は多原子分子についても適用できる筈であるが，三次以上の超エネルギー曲面は，頭の中に描きにくいので実際には適用しにくい。

これに対し，図1の (c) のような過程により，ABのイオン化が生ずる場合もある。すなわち同図において AB は一度 $(AB)^+$ になってから $A + B^+$ の過程がおこってもよい。要は $(AB)^+$ と $A + B^+$ の両 P.E. 曲線の交叉の結果，間接にイオン化が生ずる。このような分子の内部変換がおこることが説明のカギである。ここで注意すべきは，この (c) 型のイオン化が生ずる際に，核間距離の変化が伴うから，少くとも，一回の分子振動よりは長い時間を経る必要がある。定量的には速くて 10^{-12} sec. で，一般にはもっと長いことになる。この値は通常の励起状態の寿命に対応する。

同様な考えを多原子分子の場合に適用するには，各原子の核間距離を座標とする多次元のポテンシャル超曲面を計算の基礎とすればよい。最近，Lorquet (1967)[4] はエチルアミンの分子イオン $(C_2H_5NH_2)^+$ の P.E. 曲面を extended Hückel 法で計算し，その形状から C-C の方が C-N 結合より切れ易いとの結論を導いている。

* 大阪大学理学部教授

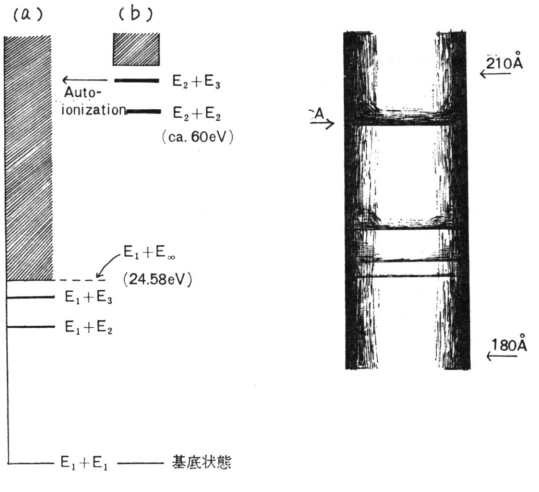
一般に，この種の考えを定量的に適用したがの，MS スペクトルにおける統計理論である。その際に P.E. 面は計算しないが，各生成イオンに対する寿命を仮定している。以上のことから判るように，本理論で対象となる各中間体イオンの寿命は 10^{-12} sec. 以上でなければならない。他方，このような Franck-Condon 理論と統計理論との適用範囲の限界は分子の大きさから言ばどのくらいか。最近 Rosenstock[5] は第3回 Mass Spectrometry 会議(1965)で4原子以上の分子は後者の範囲といっている。次に上記の説明とやや異なるイオン化過程を述べよう。

2 Autoionizing State

いま，原子のなかで，水素についで簡単なヘリウム原子を考えの対象とする。ヘリウムには2個の電子があるから，そのエネルギー準位を近似的に**図 2** (a) のように表わすことができる（独立粒子近似)。ただし，$\mathbf{E}_1+\mathbf{E}_1$, $\mathbf{E}_1+\mathbf{E}_2$, $\mathbf{E}_1+\mathbf{E}_3$ などと書いたのは，一方の電子が $\mathbf{n}=1$ の基底準位に，他が $\mathbf{n}$ 番目の主量子数の準位にあるとした場合を示している。そして斜線で示した区域はいうまでもなく H_e^+ の状態を示し $\mathbf{E}_1+\mathbf{E}_\infty$ がイオン化エネルギーを示す。これらは一重励起状態に対応するもので，これだけの現象ならば，水素原子を例としても変りはない。

ところが，ヘリウムでは**図 2** の (b) に示すような二重励起状態の準位への移行も可能である。すなわち $\mathbf{E}_2+\mathbf{E}_2$, $\mathbf{E}_2+\mathbf{E}_3$, …… などと示すように，一方の電子が $\mathbf{n}=2$ に，他が，$\mathbf{n}=2$, またはそれ以上の主量子数の準位への移行である。これらの準位は何れも (a) の準位の $\mathbf{n}=\infty$ のものより高エネルギーで，すなわち (a) では解離状態に対応する。そのため，たとえ遷移がおこっても，たちまち b→a への移行が生じ，一個の電子は基底状態におち，他は無限大の遠方にとび，イオン化がおこる。これが autoionization にほかならない。

図 2 ヘリウムのエネルギー準位と遠紫外吸収スペクトル



以上の考え方の支持になる事実に，75 V のプロトンの衝撃によりヘリウムから生ずるイオンのエネルギーの分布の測定結果がある[6]。特にプロトンビームにほとんど逆方向に出るものは 35.5 eV に極大値があり，その値はヘリウムの $\mathbf{E}_2+\mathbf{E}_2$ 状態からの autoionization により生じたとすれば，60.1～24.6＝35.5 としてよく証明できる。

つぎに上述の autoionizing 状態は最近 Madden と Codling[7] が行なった実験によりはっきり捕えられた。彼らは N.B.S. の 186 Mev の電子シンクロサイクロトンから生ずる連続軟 X線を用い，180～470 Å 領域にヘリウムが離散的吸収スペクトルを示すことを見出した。(図2の右方参照，A の吸収帯が $\mathbf{E}_2+\mathbf{E}_2$ によるものである。)

実は autoionization を示す実験的結果は，古く 1934年 R. Whidding と N. Priestley[8] により得られていた。彼らはヘリウムガス中に電子線を通しそのエネルギーがあるエネルギー値附近でおこすことからこれを結論した

Madden らのスペクトル線をよくみると，有限の幅がある。一般にスペクトル値の幅はいろいろの原因で生ずるが，この場合は波長が短いためかなり大きいことが判る。これを不確定原理にもとずく高い励起準位の寿命が短いためと解し，(1) 式を用いその寿命 $\Delta\tau$ を計算する。ただし幅をエネルギーに換算しておく必要がある。

$$\Delta\mathbf{E}\cdot\Delta\tau\simeq\mathbf{h}/2\pi \qquad (1)$$

こうしてその寿命を求めてみると 10^{-13}～10^{-14} sec. となる。

このようにヘリウムの autoionizing state の寿命はきわめて短いが，それでも古典的に得られる H の第一 Bohr orbit の電子の一回転の周期より，まだ 100倍くらい大きい点を注意する必要がある。

3 Superexcited State

原子において見出されたきわめて高い励起状態にあたる autoionizing 状態は，当然分子の励起状態でも許されよう。両者に差があるとすれば，分子では，高い励起状態で無数の P. E. 面が重なりあっているから，励起状態の内容は原子の場合よりもっと複雑な点である。Platzman はこのような分子の高い励起状態を "Superexcited State"[1] と命名した。以上の考えを**図 3** で示せば，AB から，$(AB)^+$ 及び A+B に至る途中に，$(AB)^*$ が存在することを意味する。

彼はその実験的根拠として次の3点をあげている。第一は光または励起粒子の衝撃によるエネルギー吸収に対するイオン化効率，η_c または η_p が**表 2** の示すように，共に1より小さく，時には著しく小さく，その大きさは化学的や熱的エネルギーへの変換では考ええられぬ程小

図 3 放射線化学の初期過程

$$AB \rightsquigarrow (AB)^* \begin{cases} \nearrow \text{a } (AB)^+ + e \\ \searrow \text{b } A + B \end{cases}$$

表 2 光照射と粒子線照射によるイオン化効率の比較 (Platzman)

照射源	He		Ne		Ar	
	η_c 20.57 eV	η_p 603 Å	η_c 16.67 eV	η_p 774 Å	η_c 11.64 eV	η_p 1065 Å
H_2	0.92	—	0.83	0.85	0	0
N_2	0.89	0.90	—	0.75	0	0
O_2	0.9	0.93	—	0.60	0	0
CO_2	0.87	0.80	—	0.90	0	0
CH_4	0.83	—	—	—	0	0
C_2H_4	0.73	—	—	0.85	0.26	0.3
C_2H_2	0.79	—	0.77	0.80	0.76	0.8
C_6H_6	—	—	—	—	0.40	

さいこと，第二に，しかも $\eta_c \simeq \eta_p$ であることである。このことは光波の吸収でも，粒子衝撃でも何か共通の状態 (AB)* を経るとすれば理解できる。すなわち(2)式の示すように，(AB)* は競争的の a, b 両過程により変化することを示している。

$$AB \rightsquigarrow (AB)^* \begin{cases} \xrightarrow{\sigma_i} \text{a } (AB)^+ + e \\ \xrightarrow{\sigma_t} \text{b } A + B \end{cases} \qquad (2)$$

第三の根拠は，対象分子の η とそれを重水素置換したもの (η_D) との比較による検討結果である。超励起状態から，ラジカルのみが Franck-Condon 原理により生ずるとすれば，重水素置換した場合の方が起りにくく，その結果，イオン化の効率 η は重水素置換した方が有利となる筈だからである。

$$\eta_D/\eta > 1$$

実際に，この予想は光イオン化の場合にも，粒子イオン化の場合にも証明された。**表 3** は Meyerson[9] の電子衝撃による結果である。見出された差は小さいが，何回もの測定の平均値である。しかも表の下半に示された構造異性体ではすべて球形に近いほど，逆に η が小さくなるなど，総てが一貫している点から，その結果は信頼できよう

表 3 電子衝撃によるイオン化効率に対する同位体効果 (Meyerson)
衝撃電位: 70 eV; 電流単位:任意

化合物	全オン電流	相対値
C_6H_6	422±3	1.00
ベンゼン 1, 3, 5-d_3	427±3	1.01
ベンゼン-d_6	436±3	1.03
C_7H_8	426±5	1.00
トルエン-α-d_3	429±3	1.01
トルエン-ring-d_5	428±4	1.01
トルエン-d_8	442±4	1.04
フェナントレン	531±2	1.00
フェナントレン-d_{10}	552±4	1.04
n-オクタン	421±2	1.00
2, 2, 4-トリメチルペンタン	391±4	0.93
2, 3, 3-トリメチルペンタン	397±4	0.94
n-ドデシルベンゼン	437±5	1.00
1, 3, 5,-トリ (*sec*, ブチル) ベンゼン	432±2	0.99

以上を要するに，イオン化への初期過程は，厳密には**図 3** のようになり，直接イオン化以外に超励起状態を経るイオン化過程があることを示している。

4 むすび

以上，述べた事がらは，最近脚光を浴びて放射線化学に登場した超励起状態の，あるいは高い励起状態の序論にすぎない。すでに各方面への応用が行われ，去る10月広島で行われた第10回放射線化学討論会の講演要旨にも，これに関するものがいくつかある。私共もこの考えを質量スペクトルの説明にとり入れて好結果を得ている[10]。すなわち，かつて Thompson[10] が *n*-オクタンの質量スペクトルにその C_n フラグメントの切断を予言するためにおいた仮定が説明できる。それはオクタンの σ 電子の最高被占準位における電荷密度の各 C-C 結合の値に比例して，その結合が切断するものである。この仮定は理論的にはっきり根拠を持たないため，彼の質量スペクトル説も最近まで承認されなかったが，少くとも炭化水素において実測をよく説明できることが認められるに至っている。これに対し私共は次のように考ている Thompson 説における励起化学種はイオンであろうが，中性分子であろうが，統計理論における励起状態よりきわめて短寿命としなければならないから，これが超励起状態とすれば一応理解されよう。実際，このようにすると多くの化合物の骨格結合の切断確率がよく理解できる[11]

(追記) 最近，文献に関し，新しい研究が現われた。J.K. Cashicn, J. Chem. Phys., **45**, 1663 (1966)

結論として，理論値と実測値との差は H_2, D_2, T_2 に対し，それぞれ 6%, 16%, 11% であるが，これはフランク・コンドン原理の仮定の正確さにより支配されるといっている。

文　献

1) R.L. Platzman, *J. Phys. et Radium*, **21**, 853 (1960).
2) 井口道生，日本物理学会誌，**20**, 734 (1965); **22**, 196 (1967).
3) O.A. Schaeffer, *J. Chem. Phys.*, **18**, 1501 (1950); O.A. Schaeffer, J.M. Hastings, *ibid.*, 1048 (1950).
4) J.C. Leclerc, J.C. Lorquet, *J. Phys. Chem.*, **71**, 787 (1967).
5) H.M. Rosenstock, 第3回質量分析会議 (1965, Paris).
6) M.E. Rudd, *Phys. Rev. Letters*, **13**, 503 (1964).
7) R.P. Madden, K. Codling, *Phys. Rev. Letters*, **10**, 516 (1963).
8) R. Whiddling, N. Pristley, *Proc. Roy. Soc., A* **130**, 463 (1931).
9) S. Meyerson, H.M. Grubb, R.W. Van der Haar, *J. Chem. Phys.*, **39**, 1445 (1963).
10) R. Thompson, "Applied Mass Spectrometry," p. 154 Inst. of Petroleum, London (1954).
11) 広田，化学の領域，**21**, 25 (1967); 日化，**89**, 印刷中 (1968).

〔展　望〕

1967年の放射線化学

佐藤　伸*

電子とイオンと超励起状態。1967年の放射線化学はこの3つの活性種をめぐって展開した。

まず，trapped electron の ESR が飽和炭化水素である3-メチルペンタンの77°Kでも観測された[1]。Tsuji らによれば，その ESR 吸収は30分で$^1/_{10}$以下になるような短寿命のものである。Willard らはこの実験を追試確認し，マイクロ波の出力が1 mWですでに飽和現象を示すこと，13500Å の光で bleach されることなどを明らかにした[2]。Willard らはさらに，この被照射有機ガラスの電気伝導を 4°K から 77°K まで温度上昇させながら測り，荷電運搬にあずかる分子種が3種あると推定[3]。また1モル%の CCl_4 を含んだ3-メチルペタンを20°K でγ線照射，77°K ではみられない新しい中間体(3660 Å に吸収) を見出し，"CCl_4^-" ではないかとした[4]。このような添加物の存在する系では Hamill らが従来から吸収スペクトルを測定しているが，沃化アルキルの場合，RI^+, $RI\cdot I$, $(RI_2)^+$ の3種の吸収を見出し，それらが相互に変化して行く様子を明らかにした[5]。沃化アルキルについては Willard らも調べている[6]。不飽和炭化水素ではすでに trapped electron は観測されていたが，Smith らはさらに1-ヘキセン，2-ヘキセン，2-メチル-1-ブテンでも同様な ESR スペクトルを見出した[7]。一方極性溶媒では trapped electron が添加物や光によってどう変化するかが詳細に追求され始めた[8-10]。例えば，Milliken らはメタノールの trapped electron からの光による CHO, CH_3 の生成機構を検討した[11]。また trapped electron を光イオン化で調べた例もいくつか現われた[12,13]。氷中の trapped electron についての研究はいちじるしく詳細になり[14-16]，Zimbrick と Kevan は 10 M NaOH の氷中の e_t^- が OH^- の空席に trap されたときの緩和機構を検討して，e_t^- は約 30 Å のスプール内に不均一分布することを推定した[17]。Zimbrick らはさらに照射線量を増大すると電子が対になって trap される状態 e_{2t}^{2-} が生ずることを証拠づけた[18]。Brocklehurst らは有機ガラス中のイオン，例えばナフタレンの正負イオン中和で生ずるルミネッセンスを調べているが[19]，Janssen と Funabashi は77°Kの純アルカン (3-MP, 2-MP, *i*-P) でもγ線照射で発光するのは中和過程にその原因があると推定した[20]。

室温において反応系中の電子をその吸収スペクトルから調べるには pulse の方法によらなくてはならないが，Hart らは水和電子の吸収をさらに詳しく調べ，

$$e_{aq}^- + e_{aq}^- = H_2 + 2OH^-$$

の反応の活性化エネルギーが 5.2±0.3 Kcal であること，温度上昇とともに水和電子の吸収極大が red shift することを報じている[21]。水和電子の反応についてのその他の研究も非常に詳しくなり pulse radiolysis はその方法を全く確立したようにみえる[22-25]。pulse radiolysis は最近ではむしろ，電子そのものの反応ではなく，系に造り出される他の分子種の反応や性質の研究へと向っている。例えば $O+O_2$ 反応に対する第三体の効果[26]，O_3^- の消滅反応[27,28]，芳香族化合物間の電子の授受[29]，アリル遊離基の吸収スペクトル[30]，ベンジル遊離基[31]，ベンゼン溶液中のトリフェニルアミン正イオン[32]などである。Thomas らは 3 nsec という短い pulse を使って electron 照射後の非常に短い時間内に起る反応を調べようとし[33]，その一例としてシクロヘキサン溶液中のナフタレンおよびアンスラセンの三重項状態の生成機構を検討し，三重項の一部がイオンの中和に原因しているかも知れないと報じた。しかし大部分の三重項はこのように反答の早い装置でも初めから存在し，pulse の照射時間がいくら短くなっても活性種の生成機構がすべて解けるわけではないことを暗示した[34]。

水溶液の放射線分解の研究はすでにその峠を越したとはいえ，やはりこの系に対する発言は 0.8 N H_2SO_4 中の HO_2 の G 値は 0.008 である[35]というような初期過程に関するものから，水溶液中での HCN 四量体の生成反応[36]，ペプチドの酸化[37]，シスチンの反応[38]などに至るまで数多い[39-43]。水和電子にとくに注目したものとしては Walker らと Cheek の N_2O による電子捕捉に関する詳しい議論があり，N_2O と酸が共存するときは特別な注意を必要とすることが示された[44,45]。Walker はまた磨き上げた銀極で水溶液を電解し，その陰極近傍に

* 東京工業大学

6330 Å の吸収を示す分子種を見出し，これが水和電子ではないかと推定した[46]。水和電子の反応としては，Ohno が引き続いて行なっている光イオン化で生じた水溶液中の電子の反応[47]，そのとき水と反応して生ずる OH とアルコール類の反応[48]もあげられる。Yokohata と Tsuda はまた，無声放電を利用して電子の反応を調べ，γ 線分解と比較した[49,50]。Hentz らが追求している高圧系（6 Kbar に及ぶ）の液相 γ 線分解は水溶液の反応で研究が進んでいるが，いまのところとくに目新しい結果はないが今後の研究に期待がかけられる[51,52]。

無極性の溶媒中に放射線によって生ずる電子の分布や反応性を知るには pulse radiolysis の方法でも直接その吸収を見るわけにいかないので，わずかに逃げ出してくる一部の電子による電気伝導度の測定や電子捕捉剤との反応から推論せざるをえない。Hummel と Allen はかれらの電気伝導度測定の方法を改良し，電極間の電圧を 40 kV/cm までも上げて逃げ出す電子の G 値を測定し，ヘキサン溶媒では Onsager の式が実験値を説明することを示した[53]。Hayashi, Williams, Okamura らはスチレンのカチオン重合の研究と電気伝導の測定を対応させ，いわゆる free ion が重合開始種になっていることを推定した[54-56]。電子捕捉を用いた研究は，その方法が簡単なため急速に流行し，極性溶媒，無極性溶媒を問わず広く利用されているが，このような系を一般的に取り扱う理論が Freeman によってまとめられた。かれは放射線によって親イオンから離れた電子は短時間（$\sim 10^{-13}$ 秒）のうちに熱平衡に達し，そのあとは系の透電率に依存して一部は，free electron となり，一部はゆっくり親イオンに戻る（$10^{-7}\sim10^{-9}$ 秒）と考えた。そしてもし親イオンに戻る間に電子捕捉剤と遭遇すれば，それに捕捉されるとする。このような考え方で組み立てた理論がシクロヘキサンなどの無極性溶媒についての測定値とよい一致を示すことを発表した[57]。Sato らもまた別の角度から同様な計算を試み，電子の初期分布がシクロヘキサンで 50～60 Å になることを示した[58]。しかしこれらの計算がごく荒い近似であるとこは Magee らがイオン再結合において拡散するイオンのポテンシャルエネルギーが kT より大きくなるときは Debye の式を用いえないことを指摘したこと[59]や電子の初期分布が単純なスパーモデルでは不充分であること[60]などをあげるまでもなく明らかなことである。理論的な考察としては熱平衡にある電子がイオンから逃げ出す確率を自由エネルギー変化から推定しようとしている Schiller の試みもあげておかなくてはならないだろう[61]。電子捕捉剤を用いた実験例としては，アルコールに関する Seki, Imamura[62,63], Freeman ら[64,65], Sherman[66] および Dainton ら[67]の仕事をあげられる。シクロヘキサンでは Sagert ら[68], Cramer ら[69]および Jones[70] がつぎつぎに発言し，議論はいよいよ精密化してきた。また Yamaoka らはニトロエチレンの重合に HBr を電子捕捉剤としてアニオン重合を確認[71]，Rajbenbach らは C_4F_8 を電子捕捉剤として用いて n-ヘキサンからの水素生成について論じ[72]，Hotslander と Freeman はメチルシクロヘキサンの気相放射線分解を調べ[73]，DI, SF_6, N_2O を用いたとき捕捉剤間で電子の授受が起ることを示した[74]。Nishikawa らは N_2O の電子捕捉を利用して NH_3 の分解を追求[75]，また N_2O の電子捕捉で生ずる O^- の反応を調べた Warman の研究[76]，液相有機シンチレーションに荷電分子種が関与している可能性を示した Yoshida らの研究[77]，など電子捕捉剤の使用は放射線化学の中で全く常識化してしまった。一方プロトン捕捉剤として NH_3 や H_2O を用いることも普遍化し，Shinsaka と Shida は電子およびプロトン捕捉剤を組み合せて使用し，n-ヘキサンの C—C 結合切断について論じ[78]，Okamoto, Fueki, Kuri はイソブテンの気相重合がカチオン重合であるとこを NH_3 の抑制作用から推論[79]し，Johnson らは $D_2O+C_3H_8$ の系を検討，D 原子はヒドロニウムイオンが電子と中和するときに生成し，負イオンとの中和では生成しないことを示した[80,81]。また H_2O の微量が反応全体に大きな影響を示すとこを Ueno らは α オレフィンの重合について示し[82]，ジオキサンからの $G(H_2)$ が 2.1 と大きいのは混在する水のためで，乾燥状態では 1.26[83] または 1.4[84] と小さくなることも示された。Sagert と Dyne はシリカゲル上におけるシクロヘキサンの γ 線分解を調べ，吸着水の効果が反応の内容に大きく反映することを示した[85]。

この一年も質量分析計や電子衝撃を利用しての研究も活発であったが[86-92]，変ったものでは，Melton と Rudolph が 2 つの電子ビームのある質量分析計を考案し，正イオン，負イオンおよび遊離基の生成反応の断面積を測定することを始め，手初めにメタンについての値を報告した[93]。イオン分子反応に注目した研究も少くないが[94-97]，Kebarle らの H_2O と CH_3OH の混合気体の α 線照射で生ずる $(CH_3OH)_m(H_2O)_wH^+$ の観測[98]，C_2H_4 よりの $C_nH_{2n}^+$（n＝偶数）[99]，不活性気体中に生ずる R_2^+ あるいは RR'^+（R, R'＝Xe, Kr, Ar, Ne）[100]，また 40～100 KeV のプロトンによるパラフィン，オレフィン，芳香族化合物のイオン化断面積，電荷移動速度の測定[101]などはその代表であろう。Futrell らの $C_2H_4^+$[102] および c-$C_6H_{12}^+$[103] の反応も液相の放射線化学反応を考えた場合重要である。というのは Ausloos らが従来重水素化した炭化水素を用いて気相で観測していた H あるい

は H_2 移動反応を液相でも起っていることを明らかにしたからである[104]。例えば，c-$C_5H_{10}^+$ と c-$C_6H_{12}^+$ は $(CD_2)_3$ と反応してつぎの2種の反応を行なうが，

$$C_nH_{2n}^+ + (CD_2)_3 \rightarrow C_nH_{2n-2}^+ + CD_2HCD_2CD_2H \quad a)$$

$$C_nH_{2n}^+ + (CD_2)_3 \rightarrow C_nH_{2n-1}^+ + CD_2HCD_2CD_2 \quad b)$$

c-C_5H_{10} では a) が，c-C_6H_{12} では b) が主であることを明らかにした。一方 Ward と Hamill は炭化水素-アルコール系のイオン分子反応を液相で追求，カルボニウムイオンの反応から予想される化合物，例えばベンゼン-メタノールからアニソール，シクロヘキサン-エタノールからシクロヘキシルエチルエーテル，アセトン-エタノールから酢酸エチルなどを見出し，液相放射線化学反応はまた新しい研究面を迎えつつあるように思われる[105]。液相の放射線化学反応としてはこのほか，低温の CH_4-CD_4 の混合系からメチレン遊離基の生成が重要であることを示したもの[106]，−161°C のエチレンをアルゴンで増感分解したもの[107]，−78°C の C_2F_6[108]，各種捕捉剤の効果を調べた1,2-ジクロロエタン[109]，エネルギー移動を論じたパラフィン混合物[110]，添加物効果を見たシクロヘキサン溶液[111,112]，チオフェノールの ϕ…SH, ϕS…H 結合切断を見たもの[113]，Dewar 型の C_3F_6 を観測したヘキサフロロベンゼンの γ 線分解[114]，付加物を調べたエーテルまたはアルコールと過弗化プロパンの反応[115]，アリル化合物と四塩化炭素のテロメリゼーション[116]，さらには 82°C のビフェニル[117]，400°C 以上でのオルトターフェニル[118]などをあげることができる。固相の反応では，C_2Br_6 の結晶の γ 線分解で生ずる Br_2 の生成消滅を調べた Iyer, Willard の研究[119]，脂肪酸の分解を検討した保坂ら[120,121]や Howton らの研究[122]，凍結ベンゼン中のスチルベンの異性化[123]，固相ヘキサデカン中のラジカル反応[124]など特色ある研究例も現われた。気相では電場の効果をみた Takamuku, Sakurai らの研究[125-127]，ルミネッセンスに対する不純物効果をみた Brocklehurst の研究[128]，エチレンへのエタノールの付加についての Hotta らの研究[129,130]などがあるが，気体線量計に用いられてきた N_2O の分解が容器表面によっては分解が触媒されるため 10 Mrad 以下ではこのことを考慮に入れなくてはならないことを示した Lampe らの研究[131]は気相反応を追求するものにとっては重要であろう。気相に関するものとしては本誌2号の展望に紹介された混合気体のエネルギー吸収についての Klots の考察がさらに押し進められている[132]ことも注目する必要がある。

以上述べてきたように放射線化学研究の奔流は荷電分子種がその渦の中心となって1967年を走り去ってきたが，もう一つ別の渦が現われ初めたことを指摘しなくてはならない。それが超励起状態である。質量分析計による研究や真空紫外の光化学ではすでにこの状態について実験的にも理論的にもいくつかの研究があるが，放射線化学でこの状態が表立って論じられたのは，このわずか半年である。Gorden と Ausloos はメタンおよびエチレンについて真空紫外の光と γ 線の反応を比較してこれら分子の超励起状態からの分解を論じようとしたが，その特徴を充分には摑み出しえなかった[133,134]が Hatano と Shida は液相のオレフィンの γ 線分解から生ずる水素が主に2分子的に生成していることを見出し，超励起状態の分解が関与しているのではないかと推論，新しい問題を投げかけることに成功した[135]。気相では $Ar^{**}+SF_6 \rightarrow Ar^+ + SF_6^-$ (**は高い励起状態) というような反応まで盛んに調べられ始めているので[136]，超励起状態が放射線化学反応全体のうちでどの程度重要かはわからないが，ここしばらく話題の中心の一つになることは間違いない。

電子，イオン，超励起状態と1967年の放射線化学を著者の興味本位に展望してきたが，著者が文献を漁るうちに目にとまった，ESR についての数多い研究，例えば数年前 Fessenden と Schuler がバンデグラーフを用いて炭化水素ラジカルの ESR を液相で示し，我々を驚かせたが，その続きとみられる ^{13}C を含んだ炭化水素ラジカルの ESR の研究[137]，Ohmae らの低温での炭化水素ラジカルの ESR[138,139]，また Iwasaki らの弗化物ラジカル[140,141,142]，またアラニンの ESR[143]なども1967年の放射線化学の収獲である。このほか，著者にはとても紹介しきれない高分子関係の研究や生物方面でも大きな発展があったに違いない。また，著者が当然紹介すべきもので見落してしまった重要な研究も数多いに違いない。この点は御容赦をいただきたい。

文　献

1. K. Tsuji, H. Yoshida, K. Hayashi, *J. Chem. Phys.* **46**, 810 (1967).
2. M. Shirom, R.F.C. Claridge, J.E. Willard, *J. Chem. Phys.* **47**, 286 (1967).
3. B. Wiseall, J.E. Willard, *J. Chem. Phys.* **46**, 4387 (1967).
4. R.F.C. Claridge, R.M. Iyer, J.E. Willard, *J. Phys. Chem.* **71**, 3527 (1967).
5. J.P. Mittal, W.H. Hamill, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 5749 (1967).
6. R.F.C. Claridge, J.E. Willard, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 510 (1967),
7. D.R. Smith, F. Okenka, J.J. Pieroni, *Can. J. Chem.* **47**, 833 (1967).
8. H. Tsujikawa, K. Fueki, Z. Kuri, *J. Chem. Phys.* **47**, 256 (1967).
9. A. Torikai, K. Fueki, Z. Kuri, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 223 (1967).

10. K. Tsuji, H. Yoshida, K. Hayashi, *J. Chem. Phys.* **46**, 2808 (1967).
11. S.B. Milliken, R.H. Johnsen, *J. Phys. Chem.* **71**, 2116 (1967).
12. J. Liu, K. Tsuji, F. Williams, *J. Chem. Phys.* **46**, 4982 (1967).
13. K. Tsuji, F. Williams, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 1526 (1967).
14. J.C. Russell, *Can. J. Chem.* **47**, 839 (1967).
15. T.E. Gunter, *J. Chem. Phys.* **46**, 3818 (1967).
16. J. Zimbrick, L. Kevan, *Nature*, **214**, 693 (1967).
17. J. Zimbrick, L. Kevan, *J. Chem. Phys.* **47**, 2364 (1967).
18. J. Zimbrick, L. Kevan, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 2483 (1967).
19. B. Brocklehurst, R.D. Russell, *Nature*, **213**, 65 (1967).
20. O. Janssen, K. Funabashi, *J. Chem. Phys.* **46**, 101 (1967).
21. W.C. Gottschall, E.J. Hart, *J. Phys. Chem.* **71**, 2102 (1967).
22. J.K. Thomas, *J. Phys. Chem.* **71**, 1919 (1967).
23. G.E. Adams, B.D. Michael, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 1171 (1967).
24. E.J. Land, M. Ebert, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 1181 (1967).
25. J. Chrysochoos, J. Ovadia, L.I. Grossweiner, *J. Phys. Chem.* **71**, 1629 (1967).
26. M.C. Sauer, Jr., *J. Phys. Chem.* **71**, 3311 (1967).
27. G. Czapski, *J. Phys. Chem.* **71**, 1683 (1967).
28. W.D. Felix, B.L. Gall, L.M. Dorfman, *J. Phys. Chem.* **71**, 384 (1967).
29. S, Arai, D.A. Grev, L.M. Dorfman, *J. Chem. Phys.* 2572 (1967).
30. E.J. Burrell, Jr., P.K. Bhattacharyya, *J. Phys. Chem.* **71**, 774 (1967).
31. R.J. Hagemann, H.A. Schwarz, *J. Phys. Chem.* **71**, 2694 (1967).
32. T.J. Kemp, J.P. Roberts, G.A. Salmon, G.F. Thompson, *J. Phys. Chem.* **71**, 3052 (1967).
33. J.K. Thomas, R.V. Bensasson, *J. Chem. Phys.* **46**, 4147 (1967).
34. J.W. Hunt, J.K. Thomas, *J. Chem. Phys.* **46**, 2954 (1967).
35. Farhataziz, *J. Phys. Chem.* **71**, 598 (1967).
36. H. Ogura, M. Kondo, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 2448 (1967).
37. H.L. Atkins, W. Bennett-Corniea, W.M. Garrison, *J. Phys. Chem.* **71**, 772 (1967).
38. J.W. Purdie, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 226 (1967).
39. W.A. Seddon, A.O. Allen, *J. Phys. Chem.* **71**, 1914 (1967).
40. J. Konstantatos, D. Katakis, *J. Phys. Chem.* **71**, 979 (1967).
41. M. Daniels, E.E. Wigg, *J. Phys. Chem.* **71**, 1024 (1967).
42. C.E. Burchill, F.S. Dainton, D. Smithies, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 932 (1967).
43. N. Matsuura, N. Shinohara, M. Nishikawa, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 2042 (1967).
44. D.A. Head, D.C. Walker, *Can. J. Chem.* **47**, 2051 (1967).
45. C.H. Cheek, *J. Phys. Chem.* **71**, 2363 (1967).
46. D.C. Walker, *Can. J. Chem.* **47**, 807 (1967).
47. S. Ohno. *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1765, 2035 (1967).
48. S. Ohno, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 2039 (1967).
49. A. Yokohata, S. Tsuda, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 294, 1339 (1967).
50. A. Yokohata, S. Tsuda, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 2502 (1967).
51. R.R. Hentz, Farhataziz, D.J. Milner, M. Burton, *J. Chem. Phys.* **47**, 374 (1967).
52. R.R. Hentz, Farhataziz, D.J. Milner, M. Burton, *J. Chem. Phys.* **46**, 2995 (1967).
53. A. Hummel, A.O. Allen, *J. Chem. Phys.* **46**, 1602 (1967).
54. K. Ueno, F. Williams, K. Hayashi, S. Okamura, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 1478 (1967).
55. K. Hayashi, Y. Yamasawa, T. Takagaki, F. Williams, K. Hayashi, S. Okamura, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 1489 (1967).
56. F. Williams, K. Hayashi, K. Ueno, K. Hayahi, S. Okamura, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 1501 (1967).
57. G.R. Freeman, *J. Chem. Phys.* **46**, 2822 (1967).
58. S. Sato, T. Terao, M. Kono, S. Shida, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1818 (1967).
59. A. Mozumder, J.L. Magee, *J. Chem. Phys.* **47**, 1859 (1967).
60. A. Mozumder, J,L. Magee, *J. Chem. Phys.* **47**, 939 (1967).
61. R. Schiller, *J. Chem. Phys.* **47**, 2278 (1967).
62. H. Seki, M. Imamura, *J. Phys. Chem.* **71**, 870 (1967).
63. M. Imamura, H. Seki, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1116 (1967).
64. J.C. Russell, G.R. Freeman, *J. Phys. Chem.* **71**. 755 (1967).
65. J.W. Fletcher, G.R. Freeman, *Can. J. Chem.* **47**, 635 (1967).
66. W.V. Sherman, *J. Phys. Chem.* **71**, 1695 (1967).
67. G.V. Buxton, F.S. Dainton, M. Hammerli, *Trans. Farad. Soc.* **3**, 1191 (1967).
68. N.H. Sagert, A.S. Blair. *Can. J. Chem.* **47**, 1351 (1967).
69. W.A. Cramer, G.J. Piet, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 1402 (1967).
70. K.H. Jones, *J. Phys. Chem.* **71**. 709 (1967).
71. H. Yamaoka, F. Williams, K. Hayashi, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 376 (1967).
72. L,A. Rajbenbach, U. Kaldor. *J. Chem. Phys.* **47**, 242 (1967).
73. W.J. Holtslander, G.R. Freeman, *Can. J. Chem.* **47**, 1649. 1661 (1967).
74. W.J. Holtslander, G.R. Freeman, *J. Phys. Chem.* **71**, 2562 (1967).
75. M. Nishikawa, N. Shinohara, N. Matsuura, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1993 (1967).
76. J.M. Warman, *Nature*, **213**, 381 (1967).
77. T. Yoshida, S. Sato, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 2216 (1967).
78. K. Shinsaka, S. Shida, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 2796 (1967).
79. H. Okamoto, K. Fueki, Z. Kuri, *J. Phys. Chem.* **71**, 3222 (1967).
80. G.R.A. Johnson, M. Simic, *J. Phys. Chem.* **71**, 1118 (1967).
81. G.R.A. Johnson, M. Simic, *J. Phys. Chem.* **71**, 2775 (1967).
82. K. Ueno, A. Shinkawa, K. Hayashi, S. Okamura, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 422 (1967).
83. J.H. Baxendale, M.A.J. Rogers, *Trans Faras. Soc.* **63**, 2004 (1967).

84. R.R. Hentz, F.W. Mellows, W.V. Sherman, *J. Phys. Chem.* **71**, 3365 (1967).
85. N.H. Sagert, P.J. Dyne, *Can. J. Chem.* **47**, 615 (1967).
86. J.L. Franklin, A. Mogenis, *J.Phys. Chem.* **71**, 2820 (1967).
87. J.P. Doering, *J. Chem. Phys.* **46**, 1194 (1967).
88. D.W. Turner, D.P. May, *J. Chem. Phys.* **46**, 1156 (1967).
89. T.E. Sharp, J.T. Dowell, *J. Chem. Phys.* **46**, 1530 (1967).
90. M.S.B. Munson, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 177 2 (1967).
91. M.S.B. Munson, F.H. Field, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 1047 (1967).
92. H.J. Svec, G.A. Junk, *J. Am. Chem. Soc.* **89**. 790 (1967).
93. C.E. Melton, P.S. Rudolph, *J. Chem. Phys.* **47**, 1771 (1967).
94. J.J. Leventhal, L. Friedman, *J. Chem. Phys.* **46**, 997 (1967).
95. P. Warneck, *J. Chem. Phys*, **46**, 502 (1967).
96. R.D. Fink, J.S. King, Jr., *J. Chem. Phys.* **47**, 1857 (1967).
97. B.C. deSouza, J.H. Green, *J. Chem. Phys.* **46**, 1421 (1967).
98. P. Kebarle, R.N. Haynes, J.G. Collins, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 5753 (1967).
99. P. Kebarle, R.M. Haynes, *J. Chem. Phys.* **47**, 1676 (1967).
100. P. Kebarle, R.M. Haynes, S.K. Searles, *J. Chem. Phys.* **47**, 1684 (1967).
101. J.G. Collins, P. Kebarle, *J. Chem. Phys*, **46**, 1082 (1967).
102. L.I. Bone, J.H. Futrell, *J. Chem. Phys.* **46**, 4084 (1967).
103. F.P. Abramson, J.H. Futrell, *J. Phys. Chem.* **71**, 1233 (1967).
104. P. Ausloos, A.A. Scala, S.G. Lias, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 3677 (1967).
105. J.A. Ward, W.H. Hamill, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 5116 (1967).
106. H.A. Gillis, *J. Phys. Chem.* **71**, 1089 (1967).
107. N.V. Klassen, *J. Phys. Chem.* **71**, 2409 (1967).
108. A. Sokolowska, L. Kevan, *J. Phys. Chem.* **71**, 2220 (1967).
109. H. Ueda, *J. Phys. Chem.* **71**, 3084 (1967).
110. T. Kudo, S. Shida, *J. Phys. Chem.* **71**, 1971 (1967).
111. J.L. McCrumb, R.H. Schuler, *J. Phys. Chem.* **71**, 1953 (1967).
112. I. Mani, R.J. Hanrahan, *J. Phys. Chem.* **71**, 3301 (1967).
113. G. Lunde, R.R. Hentz, *J. Phys. Chem.* **71**, 863 (1967).
114. J. Fajer, D.R. MacKenzie, *J. Phys. Chem.* **71**, 784 (1967).
115. H. Muramatsu, K. Inukai, T. Ueda, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 903 (1967).
116. M. Okubo, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1672 (1967).
117. M.A. Sweeney, K.L. Hall, R.O. Bolt, *J. Phys. Chem.* **7** , 1564 (1967).
118. J.M. Scarborough, R.B. Ingalls, *J. Phys. Chem.* **71**, 486 (1967).
119. R.M. Iyer, J.E. Willard, *J. Chem. Phys.* **46**, 3501 (1967).
120. A. Hosaka, A. Sugimori, T. Genka, G, Tsuchihashi *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1799 (1967),
121. A. Hosaka, A. Sugimori, G. Tsuchihashi, *Bull. Chem Soc. Japan*, **40**, 1803 (1967).
122. D.R. Howton, G. Wu, *J. Am. Chem. Soc.* **89**, 516 (1967).
123. E. Fischer, G. Fischer, G. Stein, *J. Chem. Phys.* **46**, 3680 (1967).
124. W.E. Falconer, R. Salovey, *J. Chem. Phys.* **46**, 387 (1967).
125. T. Ohmae, H. Sakurai, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1368 (1967).
126. T. Nakagawa, S. Takamuku, H. Sakurai, *Bull. Chem. Soc, Japan*, **40**, 2081 (1967).
127. T. Nakagawa, S. Takamuku, H. Sakurai, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 2773 (1967).
128. B. Brocklehurst, *Trans. Farad. Soc.* **63**, 274 (1967).
129. H. Hotta, H. Kurihara, T. Abe, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 714 (1967).
130. H. Kurihara, H. Hotta, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 719 (1967).
131. F.W. Lampe, L. Kevan, E.R. Weiner, W.H. Johnston, *J. Phys. Chem.* **71**, 1528 (1967).
132. C.E. Klots, *J. Chem. Phys.* **46**, 3468 (1967).
133. R. Gorden, Jr,, P. Ausloos, *J. Chem. Phys.* **46**, 4823 (1967).
134. R. Gorden, Jr., P. Ausloos, *J. Chem. Phys.* **47**, 1799 (1967).
135. Y. Hatano, S. Shida, *J. Chem. Phys.* **46**, 4784 (1967).
136. H. Hotop, A. Niehaus, *J. Chem. Phys.* **47**, 2506 (1967).
137. R.W. Fessenden, *J. Phys. Chem.* **71**, 74 (1967).
138. T. Ohmae, H. Sakurai, S, Ohnishi, K. Kuwata, I. Nitta, *J. Chem. Phys.* **46**, 1864 (1967).
139. T. Ohmae, S. Ohnishi, K. Kuwata, H. Sakurai, I. Nitta, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 226 (1967).
140. M. Iwasaki, T. Ichikawa, *J. Chem. Phys.* **46**, 2851 (1967).
141. M. Iwasaki, K. Toriyama, *J. Chem. Phys.* **46**, 2852, **47**, 559 (1967).
142. M. Iwasaki, K. Toriyama, T. Sawaki, M. Inoue, *J. Chem. Phys.* **47**, 554 (1967).
143. A. Minegishi, Y. Shinozaki, G. Meshitsuka, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **40**, 1271 (1967).

<資　料>

高分子化学における放射線の利用

町　　末　男*・沢　柳　正　一*

放射線化学工業化の努力は基礎および開発研究によって各国で精力的にすすめられており，工業化も除々に実現しつつある。ここでは，とくに放射線高分子化学の工業化研究の最近の動向をまとめてみた。

高分子化学における放射線利用の分野は，(1)重合，(2)グラフト共重合，(3)照射効果，に大別できる。これらの分野で現在 pilot scale および commercial scale で実施されているものを表1にまとめて示してある。

1. 放射線重合反応

1つの活性点に多くのモノマーが附加する重合反応ではモノマー消失の G 値が高くなるのは当然で，一般に 10^4 ないし 10^5 molecules/100 eV を得ることはそう困難なことではない。しかも開始反応の活性化エネルギーが小さいので広い温度領域で反応を行いうること，重合触媒を必要としないのでその残渣を生成物から除去する工程を要しないこと，あらゆる phase で反応を行いうること，などの利点がある。このようなことから放射線重合は工業化に有望な反応として注目されて非常に多くの基礎研究が行なわれているがまだ工業化の実例はない。

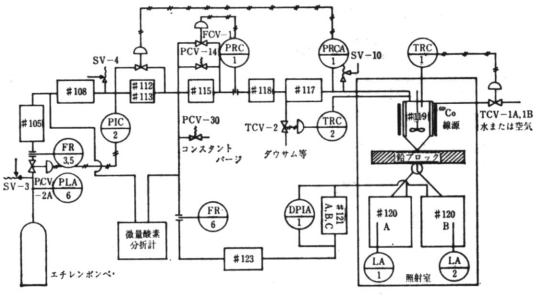
エチレンの放射線重合は基礎研究が1953年頃から始められたが[1,2]，最近では原研[3]，アメリカ[4]，ソ連[5]，イタリヤ[6]で行なわれており，工業化研究は著者らの原研[7]と米国の Bookhaven National Laboratory (BNL)[8]とで行なわれている。原研では図1に示すように10 l の槽型反応器で連続的に重合する中間規模装置ならびに管型の反応器を用い，100 KCi の ^{60}Co を線源として，反応圧力 200～400 kg/cm^2，温度 30～100°C で実験している。一方 BNL では 420 cc の反応器を用いて図2のような連続法で重合しているが，重合条件は温度 120～200°C，圧力 600～1000 kg/cm^2 で原研の条件に較べて非常な高温高圧である。原研では中ないし高密度ポリエチレンを表面積の非常に大きい粉末状で得ているのに対し，BNL では低密度ポリエチレンを溶融状得態でる。生成ポリエチレンはいくつかの特徴をもつが詳しくは文献[7,10,11]を参照されたい。現在原研ではこのポリエチレンの用途開発研究が行なわれている。

大阪放高研において岡村教授ら[12]によって見出されたトリオキサンの固相放射線重合は非常にすぐれた機械的強度，耐熱性などをもつプラスチックスを与える点で注目に値する。Hoechst[13] および HBNPC (北部カレー炭鉱会社)[14] などでも研究されている。HBNPC ではすでに 25 kg/day の能力の装置を運転しており，最近 250 kg/day の装置を建設したという。原研は 10 kg/batch の装置を約2年間運転し工業化の資

重合反応			
Ethylen	原　研	Pilot	Cobalt(10kci)
	BNL	Bentch	Cobalt
Trioxane	原　研	Pilot	Elecorons(3Mev)
キュアリング			
Coating polyesters stylene, acrylics	Radiation Dynamics (USA)	Commercial	Electrons(0.3Mev)
Polyesters in glass fiber laminates	Ford Moteor (USA)	Commercial	Electrons(0.3Mev)
グラフト共重合			
PE with acrylic acid	Dow Chemical	Pilot	Electrons(0.3Mev)
PE with butadiens	電　通　研	Pilot	Cobalt
PE with vinyl monomer	積水化学	Pilot	Electrons
Polyester & cotton blend	Deering Milliken (USA)	Commercial	Electrons
cellulose fiber with stylene and acrylic	原　研	Pilot	Electrons(2Mev)
Wood plastic comonnation	American Novawood(USA)	Commercial	……
	Radiation Dynamics(USA)	Available	Electrons(1.5Mev)
	Lockheed-Georgia(USA)	Pilot	……
放射線照射			
PE tape	General Electric	Commercial	Electrons
PE film	W. R. Grace(USA)	Commercial	Electrons
PE foam	積水化学	Commercial	……
	東洋レーヨン	Commercial	……
PE wire covering	数　社	Commercial	Electrons
Polyethyleneoxide	Union Carbide (USA)	Designing Plant	Cobalt(10kci)
Natural-rubber latex	Saclay France	Pilot	Electron

* 日本原子力研究所・高崎研究所

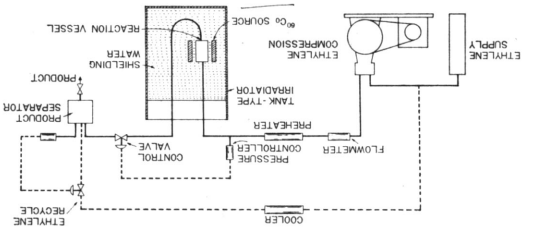
図 1 原料のエチレン放射線重合のパイロットプラント



# 105 脱酸素器	# 117 予熱器
# 108 脱湿器	# 118 消火器
# 112 圧縮器	# 119 反応器
# 113 〃	# 120 分離器
# 115 循環器	# 121 濾過器
	# 123 冷却器

反応容器 10 l

図 2 BNL のエチレン放射線重合装置
(反応器容積 420 ml)



料を集めている。空気中前照射法を採用しているが，これは照射と重合を分離できる点で工業的な工程としては容易であり，かつ高分子量のものが得やすいなどの利点がある。耐熱性のポリマーを得るためには重合後にアセチル化などの安定化が必要であるが，この工程を省くために重合と同時に安定化を行うことが試みられている。また，高度に精製したトリオキサンの重合では連鎖移動がなく，活性化エネルギーは 8 kcal/mole で従来の報告に較べて著しく小さいことなどがわかってきた[15]。

2. 放射線グラフト共重合反応

放射線グラフト法は繊維およびプラスチックスの有用な改質方法として注目されており，工業化も近いと期待されている。幹ポリマーと枝ポリマーの組み合せで多くの可能性があり，研究の数も非常に多い。合成繊維に対しては天然繊維の良さを加え，天然繊維には合成繊維の長所を加えて新しいすぐれた繊維を得ようとするものである。

例えば，合成繊維は帯電性が大きく塵埃を吸着しやすい欠点がある。しかし，これに親水性のモノマーであるアクリル酸，メタクリル酸，クロロメチルスチレンなどをグラフトすることによって帯電性を減ずることができる。事実，米国の Deering Milliken 社ではポリエステルと綿の混紡織物にアクリル酸をグラフトして帯電防止したものを開発し工業化したという[16]。合繊の染色性，吸湿性を改善する目的で，ポリエチレンへのビニルピリジン[17]，醋酸ビニル[18]のグラフト，スチレン-無水マレイン酸の共グラフト[19]，ポリプロピレンに対するアクリル酸[20]，醋酸ビニル[21]のグラフトなどが研究されている。

一方，原研ではセルロース（とくにポリノジツクレーヨン）にスチレンをグラフトして熱セット性，耐微生物性，染色性，疎水性などを向上させることに成功している[22]。20 kg/batch の能力を有するパイロットプラントを用い，空気中前照射-乳化グラフト法によって実施している。普通の方法ではホモポリマーの生成が伴いグラフト効率が低い。しかし原研では**表 2** に示すごときに添加剤の効果によってホモポリマーの生成を著しく抑制し，グラフト効率を上げることに成功した[23]。また，セルロースにアクリル酸エステルをグラフトすることによって弾性糸を製造するという興味ある方法を開発しつつある。

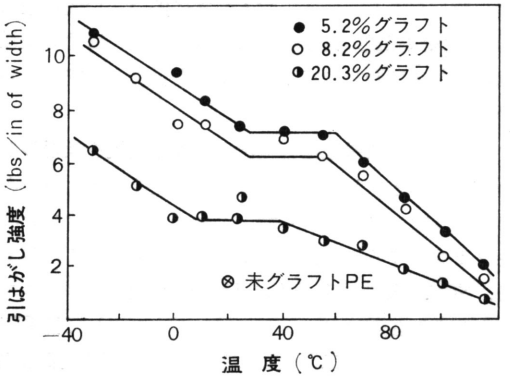
プラスチックスの放射線グラフトも幹と枝の組み合せで多くの可能性が試みられているが，とくに汎用プラスチックスであるポリエチレン (PE) とポリ塩化ビニル (PVC) に対するグラフトの研究が多い。Dow Chemical では**図 3** に示すように PE にアクリル酸をグラフトして接着性を附与することに成功し，すでに製品の市場開発の段階に達している[24]。電通研では PE に対するブタジ

表 2 セルロースへのスチレングラフトにおけるホモポリマー生成の抑制

添加物	添加物濃度 ($\times 10^3$ mol/l)	グラフト前の重量 (g)	グラフト後の重量 (%)	ホモポリマーの重量 (g)	グラフト率 (%)	グラフト効率 (%)
なし					44—55	25—33
Al_2O_3	2.1	0.902	1.487	0.385	63.9	60
AlO_3-SO_2	2.1	0.860	1.581	0.287	84.0	72
$K_4Fe(CN)_6$	12.0	0.846	1.468	0.026	73.6	96
KI	12.0	0.898	1.484	0.239	65.3	71
$Na_3C_6H_5O_7$	6.3	0.842	1.479	0.213	75.7	75

前照射 2×10^6 rad/hr，反応温度 50°C，反応時間 1 hr.

図 3　アクリル酸グラフトポリエチソンの接着強度
（原料は高密度ポリエチレン）



エンのグラフトを pilot scale で実施しており，グラフトポリマーを有機過酸化物あるいに硫黄化合物によってキュアリングすることによって耐摩耗性，耐ストレスクラッキング性などのすぐれたプラスチックスまたはゴムを得ている[25]。原研では PE えの スチレン-ブタジエンの共重合グラフトがブタジエン単独の場合に較べて著しく速い速度ですすむことを見出し[26]開発をすすめている。生成物を PE にブレンドすると抗張力のかなり大きいものができる。また，生成物をさらに放射線で架橋すると非常に耐熱性のすぐれたポリマーを得ることができた。このほか，PE に対しては塩化ビニル[27]，スチレン[28]，メチルメタクリレート[29]，アクリロニトリル，塩化ビニリデン，酢酸ビニルなどのグラフトが研究されている。

PVC えのブタジエンの グラフト[30]が原研で行なわれている。この方法によって PVC の耐衝撃性などの機械的性質が改良される，原研ではこの反応を粉末状 PVC を用いた気相同時照射法で行なっている。ホモポリマーの生成は少なく，しかも ラジカル生成 G 値が大きいため，かなり早い速度でグラフトするなど工業化に有利な特徴があるので期待されている。現在，現研では 20 kg/hr の能力のプラントを建設中である。

その他，ポリイソブチレン，ポリメチルメタクリレート，ナイロンなどに対する種々のモノマーのグラフトが以前から研究されている。

3.　放射線キュアリング

塗料のキュアリングを熱の代りに放射線で行なう方法は米国では Ford Motor などで行なわれており，英国では Wantage 研究所で研究されているが，近い将来急速に発展することが予想されている。

4.　木材プラスチックス

メチルメタクリレート，スチレン，塩化ビニル，酢酸ビニルなどを木材に含浸させて放射線を照射し，木材の組織の中でグラフトおよびホモ重合反応を行なわせることによって，木材の美観をそこねることなしにその強度，表面硬度，耐久性，寸法安定性，耐水性などを著るしく向上させることができる。アメリカ，カナダではこの開発を熱心に推進している。American Novawood 社では，すでに床材などとして市場の開発をすすめているし，US. AEC は Lockheed-Georgia 社と共同で pilot scale の研究を実施し 250,000 boards-ft/year の生産をしている。日本では農林省で基礎研究を行なってきたが，最近原研でとり上げ，照射技術を含めて開発研究を精力的にすすめることになった。

5.　高分子の放射線照射

ポリエチレンの放射線架橋は最も古い放射線化学の工業的利用として知られている。現在米国の Grace 社は加速器 6 台を使用して最も大規模に熱収縮テープの生産を行なっている。また，General Electric 社ではポリエチレンよりは耐熱性，耐薬品性のすぐれた電気材料として照射架橋ポリエチレンを製造して Irrathene と命名して電気部品に用いている。日本では住友電工などで実施している。

米国の Raychem 社はその名のしめすとおり放射線化学専業メーカーで，700 人の従業員で年間数億の利益を上げているユニークな会社である。ここでは主に放射線照射による熱収縮性ポリオレフィン，ネオプレン，シリコンゴム，ブチルゴムで作った部品，熱収縮性ポリエチレンと溶融性プラスチックスの組み合せによる防蝕用被覆管などを製造販売している。

最近，東洋レーヨン，積水化学では発泡と放射線架橋とを同時に行なうことによってすぐれた発泡ポリエチレンを製造する技術を開発し，工業化に結びつけることに成功した。

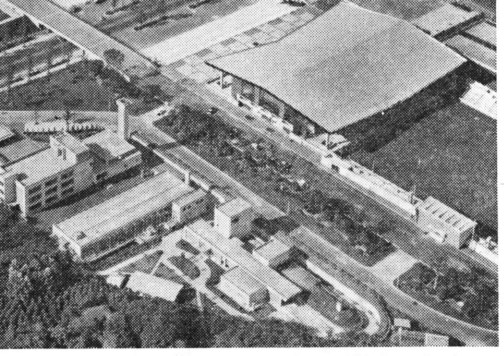
架橋とは異なるが，やはり放射線照射の利用として，Union Carbide 社ではポリエチレンオキサイドの分子量の調節を γ 線照射によって行なうプラントを設計中であるという。

このような新しい放射線化学技術が工業化されるに当っては照射コストが重要な問題の 1 つとなるので，すでにいくつかの試算が行なわれている[31,32]。それらの一致した結論は照射コストが化学法に較べて問題にならないほど高いものではないということである。

すでにのべてきたようないくつかの新しい放射線化学技術が生長しつつある。これらを完成させ，また，基礎研究によってさらに新しい反応，新しい物質を作り出し新技術を開発することが今後の課題である。

文　献

1) J.C. Hayward, Jr., R.H. Bretton, *Chem. Eng. Progr. Symp. Ser.* **50** (13), 73 (1954).
2) J.G. Lewis, J.J. Martin, L.C. Anderson, *Chem. Eng. Progr. Symp. Ser.* **50** (5), 249 (1954).
3) S. Machi, M. Hagiwara, M. Gotodu, T. Kagiya, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **39**, 675 (1966).
4) M. Steinberg et al., *Intern. Symp. on Radiation Induced Polymerization and Copolymerization*, Battelle Memorial Institute, Nov. 29～30, 1962.
5) A.D. Abkin et al., *Intern. Chem. Eng.*, **5**, 519 (1965).
6) S. Munary et al., *Chim. Ind.* **47** (No. 1) 20 (1965).
7) 沢柳, 武久, 町, 石油と石油化学, **11** (No. 3) 31 (1967).
8) Steinberg et al., *BNL Report* 10730 (1966).
9) S. Machi et al., *J. Appl. Polymer Sci.*, **9**, 2537 (1965).
10) P. Colombo et al., *J. Appl. Polymer Sci.*, **9**, 3123 (1965).
11) 町ほか, 第8回 RI 会議, 東京 Nov. 1967.
12) 日本放射線高分子研究協会, 特公昭 37—17393.
13) Hoechst, *D.R.P.* 1,157,783.
14) HBNPC, *British Pat*, 939, 498.
15) 伊藤, 石垣ほか, 第16回高分子年会, 東京, 1967.
16) *Chem. Week*, **84**, Dec. 17, (1966)
17) 篠原, 柏木, 向山, 第2回 RI 会議報文集, 137 (1958).
18) 平山ほか, 第3回 RI 会議報文集, 159 (1959).
19) 梅沢, 広田, 放高研年報, **4**, 241 (1962).
20) L. Odor, F. Geleji, 放射線化学シンポジウム, ハンガリー, 1962.
21) 鳥飼ほか, 高化, **2**, 132 (1964).
22) 後藤田, 別冊化学工業, **11** (No, 4), 75 (1967).
23) 後藤田ら, 第15回高分子年会, 名古屋, 1966.
24) 日本原子力産業議会, 放射線化学調査団報告書, (1966).
25) H. Matsuo, A. Furuhashi, *IUPAC, Int. Symp. Macromolecular Chem.* III—58 (1966).
26) 岡田, 荒木ら, 第10回放射線化学討論会, 広島, 1967.
27) 上田, 高化, **23**, 222 (1966).
28) J. Silverman et al., *IAEA Conference*, Salzburg, (1963).
29) 小田, 星野, 第13回高分子討論会 1964.
30) 後藤田, 荒木, 原山ら, 日化第19年会, 東京 1966.
31) 桜田, 原子力工業, **8** (No. 6), 50 (1962).
32) 重松, 原子力工業, **13** (No. 5), 17 (1967).



東京都立アイソトープ総合研究所

●研究所紹介●

東京都立アイソトープ総合研究所

●紹介● 篠崎善治*

東京都がアイソトープ，放射線の利用を促進して都下産業の振興を図るとともに，都民の福祉に寄与する目的で，3年余にわたる地元の反対運動を克服して建設し，千谷利三博士を初代所長として昭和34年7月に発足したこの研究所は，国電山手線渋谷駅または恵比寿駅から東急バス（祖師ケ谷大蔵行）に乗り，駒沢公園下車，徒歩2分のところにある。

美しい駒沢公園の一角を占め，しかも都立大学の理学部と工学部をすぐ近くに擁するこの研究所は，環境としてまず申し分ないといえる。

研究所の構成 9,117.3 m^2 の敷地は一寸手狭な感じがするが，巧みな造園技術でこれをカバーし，鉄筋コンクリート3階建の本館（1,997.7 m^2），平屋建のトレーサー実験棟（882 m^2），同じく平屋建の線源棟（866.9 m^2）その他附属建物がこじんまりとまとまって配置されており，それ程せせこましい感じは与えない。

初代所長の千谷利三理博は昭和41年3月勇退され，現在は飯塚義助所長のもと，101名の所員からなっており，そのうち研究員は約60名（内大学卒50名）である。

研究所は次に示すように2課，4部からなっている。

庶務課 池野課長以下36名。庶務係，経理係，施設係

放射線安全課 糠沢課長以下14名。被曝管理係，汚染管理係，線源管理係

物理部 山本部長以下16名。放射線物理研究室，物性研究室，計測研究室

化学部 篠崎部長以下15名。放射線化学研究室，化学トレーサー研究室

生物部 岡部長以下10名。放射線微生物研究室，放射線植物研究室

放射線障害部 鈴木部長以下10名。放射線障害研究室，放射線遺伝研究室

研究所の機構の中で特徴的なものといえば，15 MeV ベータトロン，3 MeV バンデグラーフ電子加速装置（パルスビーム発生装置を具備），^{60}Co 照射装置，各種非破壊検査用線源等の保守運転が線源管理係によってすべておこなわれ，共同利用の形がとられていることである。

研究 現在ここでおこなわれている放射線化学の研究はすべて化学部においておこなわれている。紙面の関係で，その主な研究テーマを紹介するにとどめる。

◇繊維に対するオルガノシリコン油の放射線グラフト反応（清水研究員，西出白洋舎研究員）。放射線を用いた新しい繊維の永久防水加工法の確立を目的として，既に成功を収めた綿布のほか，絹，ナイロン，テトロン，レイヨン，アセテート等について研究をおこない，いづれも良好な結果を得ている。

◇エチレンの放射線溶液重合（清水研究員）エチレンの放射線溶液重合において，C_2H_4–CCl_4 系テロマーの添加により，ワックス状ポリエチレンの生成速度が著しく増加することを見出し，引続き研究をおこなっている。

◇ポリエチレンに対する塩化ビニリデンの放射線グラフト反応（清水研究員，今井吉野工業研究員）。特殊な方法でポリエチレンに塩化ビニリデンを接触させて放射線照射すると，0.5 Mrads 程度の低線量でグラフトし，そのガス透過性を著しく抑えることを見出し，引続き研究をおこなっている。

◇固体アラニンの放射線分解（峯岸研究員）。77°K において固体アラニンを照射，同じ温度でその ESR をしらべることにより，従来しられていない新しいイオンラジカルを同定，その構造を明らかにするとともに，その放射線分解の機作を研究している。

◇気相におけるメタノールの放射線分解（山本，猪越研究員）CH_3OD を用い，気相メタノールの放射線分解において生成する水素の同位体組成を質量分析計により測定し，水素生成に対する，イオン機作，分子機作およびラジカル機作の寄与を研究している。

◇原子状水素または窒素と炭化水素との反応（池田，四野宮研究員）放射線化学におけるラジカル反応と関連して，マイクロ波放電により生成した H 又は N 原子と炭化水素との反応を ESR により研究している。

そのほか，飴谷研究員は水の電気伝導度に及ぼす放射線照射効果をしらべ，O_2^- が重要な因子であること明らかにし，進藤研究員は真空紫外照射によるベンゼンの光分解反応をしらべるため，内光反応装置を組み立て中であり，沢井研究員は目下米国ノートルダム大学のハミル教授のもので，有機マトリックス系のパルス放射線分解に取り組んでいる。

* 東京都立アイソトープ総合研究所

＜研究所紹介＞

サクレー原子力研究所

●紹介● 林　晃一郎*

フランス原子力機関 Commissariat à l'Énergie Atomique 略して C.E.A. は設立20年の歴史を有し，職員数 28,000 名，事業所数 30 の大世帯である。このうち研究所は Saclay, Fontenay-aux-Roses, Grenoble, Cadarache の 4 ケ所であるが Saclay はその中心をなすもので，職員5,000名と外部者3,000名，計10,000名を擁するヨーロッパ最大の原子力研究所である。パリ市の南 20 km のところにあるが交通は至って不便で，訪問者は自分の車で行くか，でなければ迎えにきてもらわなければならない。Saclay には 6 基の原子炉と 1 MeV 以上の加速器 7 台がある。放射線化学用の線源としては 20000 Ci の ^{60}Co と 4 MeV, 160 W の加速器 1 台がある。放射線化学関係の仕事は，応用研究が応用物理化学部で，そして基礎研究は物理化学部でと二つに分かれて行われている。前者の部長は Lévêgue 氏である。日仏協力で日本にもおなじみが深い快活で有能な実際家で，フランスの放射線化学工業化推進の原動力である。同部は 200 人のスタッフを持っているが，このうち，直接放射線化学に関係しているのは Puig 氏を中心とする放射線利用課である。氏は高崎研に 7 ケ月滞在したことがある。物静かな人だが，なかなか勉強家でその放射線化学工業化，その意欲はすさまじい。親日家である。日本語で変な外人，フランス語でタタミ化した (tataminisé) フランス人というところ。このグループには大学卒が 3 名，補助者が 15 名といった陣容である。研究題目はいずれも全くの応用研究または開発研究でテーマは次の通り。

1. アンモニア照射によるヒドラジンの合成。添加物の効果により G 値は 2 まで上げることができた。
2. n-パラフィンの酸化。
3. 有機冷却剤としてのターフェニルおよびフェナントレンの放射線安定性の研究
4. 電子線照射による塩化ビニルとエチレンの気相重合。高圧下での電子線照射のため特殊な窓の作成を研究している。
5. ポリエステル繊維へのアクリル酸のグラフトによる染色性の改良（気相・液相）
6. シリコンにビニルピロリドンを表面グラフトしてコンタクトレンズの改良。
7. 木材—プラスチック：ブナにスチレン，MMA を少量気相で内部重合して木材の改質。
8. 放射線塗装：不飽和エステルをスチレン存在下で照射して金属表面に塗装。
9. 天然ゴムラテックスの放射線はしかけ。

このうち 1 と 2 は中止したが，これらの研究の多くは kg 単位の規模で民間会社との協力で行なわれている。ここの研究室の人によれば工業化に結びつかない研究は道楽にすぎないとのことである。このほか，Grenoble に分室があって，α-オレフィンのテロメリ化反応による潤滑剤の合成と線源工学の研究が行なわれている。フランス内の各会社とは ATEN と呼ばれる組織を通じて連絡されているが，この研究室がフランスでの放射線化学工業化の指導力を持っていることは注目すべきである。高崎研の設立は彼等に大きな刺激を与えた。現在，1969 年 6 月完成の予定で Saclay 内に放射線化学の工業化研究センターを作りつつある。加速器 2 台，^{60}Co 100万Ci の設備と数基のパイロット・プラント，そして50名の人員を持つ予定である。名称は CAPRI (Centre Application Radiation Ionisante) であるがこれを petit Takasaki と彼等が呼んでいるのは愉快である。日本人としては東大田畑，原研島田，下沢，名工試湯本の各氏が居られたことがある。次に基礎研究部門を紹介します。部長は Hering 氏でこの部の人員は28名，内学卒が 19名である。放射線化学及び光化学の基礎研究ということであるが，テーマは C.E.A. の方針にかなりしばられ，必ずしも研究者の自由にならないのがつらいところ。テーマをあげれば，

1. 気相におけるパルス放射線および光分解 (Dr. Clerc) 常圧の CO_2, O_2, NH_3 ガスを電子線または真空紫外線でパルス照射する。
2. 低エネルギー電子線照射により生成物中間体の研究 (Dr. Champargue) 分子ジェット気流発生装置の作成段階
3. 水溶液の放射線及び光分解 (Dr. Sutton) 有機化合物（アルコール，ニトロ化合物）の光分解
4. 有機低温マトリックス中でのニトロ化合物の放射線分解-ESR による研究 (Dr. Chachaty)

Paris 大学理学部及び C.N.R.S. の Magat 教授と Chapiro 博士は Saclay における放射線化学の研究に関する顧問であって，両氏を通して大学関係の研究室と結びついている。放射線高分子化学の講義が Saclay と Paris 大学の共通プログラムとして催され，昨年度は Dr. Chapiro と筆者が行った。フランスの原子力事情については田畑博士の紹介（高分子 **15**, 587, 1966）がある。

* 京都大学工学部

会員の頁

放射線化学の基礎と応用

阪府放中研
放射線化学グループ　釼　実夫

標題の問題については，いまさら改めて述るまでもないことだが，「会員の声」の割り当てを戴いた機会に，本学会えの希望事項としてこの問題を考えて見よう。本学会発足にあたって学会の包含する範囲がまず問題となったようである。放射線照射を単なる手段として利用するような領域は除いて，純粋な放射線化学に限るべきだという意見に落ちついたようである。従って初期過程に関連する物理の分野，生化学の分野は包含されるが，化学の分野では純粋な放射線化学に限定された。

このように学会の包含する範囲を限定したことは適切であったと思われる。たとえば岡村先生から送附していただいた International Journal for Radiation Physics and Chemistry の発刊の趣意書に，この雑誌に掲載さるべき論文として次の資格が述られている。基礎はエネルギー蓄積という物理的過程から生成物の化学反応に至る現象の全範囲を含む。報文は放射線物理と放射線化学を更によく理解さすのに役立たねばならない。たとえば，重合の論文でラジオリシスや連鎖開始の機構を解明しないものはこの雑誌には掲載できない。生物学的な論文も同様である。応用は特別号にのせるが上述の基準が適用される，と以上のようである。以上の趣旨は本学会発足時のものと全く合致すると思われる。

次にひるがえって本学会発足時，業界との関係がどのように考えられたかに戻ろう。業界における原子力関係の中核としては，既に原子力産業会議があり，放射線化学部門でも活発な活動を行っていた。原産は実用化，学会は基礎的研究ということで両者の協力が期待され，業界の研究者も学会に加入してもらうことになった。実際会員名簿を見ても，業界からの参加がかなり多数に達する。業界以外官，公立または財団法人の研究所から多数の参加が見られる。研究所を業界に対して純粋に学会と見ることは問題があろう。研究所の性格によっては基礎研究以外，応用研究または開発研究を行わざるをえないのではないか。したがって応用研究，または，開発研究に深い興味をよせている会員数は著しく多数になると思われる。

いま応用研究を具体例について考えよう。グラフト重合の幹と枝の適当な組合せにより，またはテロメリゼーションのテローゲンとタクソーゲンの適当な組合せにより経済的にメリットのある生成物を得ても，放射線反応の開始が既によく知られた経過によるものであれば，放射線化学の雑誌には不適当な論文となる。グラフトまたはテロメリゼーションにおけるこのような組合せは，純然たる(応用)化学的な考察になるので，これは当然のことであるが，一方これらの反応を行わす有力な手段が放射線であることを思うとちょっと寂しい気がする。勿論基礎あっての応用であり，同一研究者にしても基礎と応用の両面に興味を示すわけであるから，本学会の趣旨に異論はない。しかし，一応基礎を主眼とし応用をも包括した放射線化学の学会として，次のような事を考えてはどうであろうか。放射線化学の基礎研究は勿論のこと，放射線を手段として用いた研究をも含めて会員の手になった報文の別刷を会員の自己の責任において本学会事務所に送附し，学会は年度別に基礎，応用その他に分類して必要事項を会誌にのせるというのはどうであろうか。各方面に分散した放射線化学の種々の分野の報文が本会誌を見ることにより基礎から応用まで一目瞭然となる。報文を書く側からいえば基礎研究も同様であるが，応用研究では特に内外の雑誌や研究所報告などに分散される。その専門誌読者の目にふれても放射線化学者の目にふれるかどうかの心配がある。

放射線化学者特に応用研究者は投稿誌に関しては正に迷える羊である。そこで思い出されるのは J. S. バッハの最高傑作といわれるマタイ受難曲の第70曲目のアリアである。このアリアはアルトソロと合唱で美しく次のように歌われる。

（アルト）「見よ，イエスは手をさしのべて，われらをうけたまう。」
（アルト）「来れ」。（合唱）「いづこに。」
（アルト）「イエスの腕に。」
（アルト）「救いを求めよ，あわれみをうけよ。」
（アルト）「求めよ。」（合唱）「いづこ。」
（アルト）「イエスの腕に。」
……

本学会を万能の神と比較するのは無理であろうが，基礎応用を含めて放射線化学者の統一的な場となることを希望する。

放射線化学基礎研究の発展のために

東京大学教養学部　西　川　　勝

このページに書くようにと御指名を受け，その任に耐えずと思いながらぐずぐずしているうちに，締切りがせまり，慌てて前号をひっくり返して会員名簿など眺めたところ，会員のおよそ5％に当る人数の方々がノートルダム生活経験者であると言うことに気がつきました。いかに放射線化学会が小さな学会とはいえ，一つの学会のメンバーのこれだけの割合をある特定の外国大学留学経験者が占めると言うのはあまり他に例を見ないことのように思います。小生も日本人に対する信用を高めて下さった諸先輩の御蔭をもちましてその末席をけがしているわけですが，恐らくこの比率は，現在活発に働いている少くとも西欧の放射線化学者に対しても当てはまるのではないでしょうか。いまさら言う迄もないことながらNotre Dame Radiation Lab. の研究教育機関としてのこの分野における地位を表わすものでしょう。しからばどこが良かったのかと言うことになると，いまでこそ最新様式の建物と道具がそろっているようですが，62年頃迄は建物は今世紀初めに完成したとおぼしき古めかしい煉瓦造り，線源とて約1000 Ci のもの一個，それでベンゼンから生きたネズミ迄照射する訳ですから一部の日本の研究所，大学の方がむしろ新式だったかも知れませんとするとやはり，容れ物より中味と言うことになるでしょうが，さて振り返って見ると(お古い話で恐縮です)特別これと言う目ざましい講義などが行われていた訳でもなく，月平均一度位の外部からも講師をよぶことのある放射線化学のセミナーと，あと例えばBurton groupでは悪名高い毎朝8時半からのモーニング・コンファレンスなるものがあったぐらいです。後者の方はBurton先生の“Whats new”で始まる，たいていは独演会ですが，日によって話が変り，うっかりトバッチリがかかると，準備不足でとんだ恥をかいたり，話が通じなくて，短気なBurton先生が頭から湯気を立てて怒り出したりいろいろにぎやかなものでした。ときには，“解釈の難しいやさしい実験より，解釈の容易な難しい実験をしろ”とか，“途中で一度結果を論文の形にまとめて見よ”とか言う訓話もあり，いまになって見るとむしろ覚えているのは，そう言った少し大げさに言えば哲学，信条に関するものの方で，“悪名高き”と書きましたが，これは寝坊ができなかったうらみで実は，大変懐しい気がいたします。セミナーの方には本誌一号に志田(忠)さんが御書きになったように，Lipsky 達のような“卒業生”や，Platzman のような他所の大物が現われて，あとで論文になったものとノートを比べて見ると，あのときの話はこれかと解る最新の話をして行きます。ともかくまわり中が放射線をいじっている訳ですから，何か研究上で問題が起ると，すぐ知恵を借りることができ，現在の私共のように小さなグループで仕事をしているとその有難味が痛感されます。こう言った便利さと，最新の知識が直接入ること，さらには“哲学”とが相まって効果があるもののようで，留学の意義は手ほどきを受けに行った昔はいざ知らず，現在ではこう言う雰囲気に身を置くという所にあるのではないでしょうか。振りかえって日本の諸方の大学，研究所を見ると，基礎的な仕事をやって居られる所は，いずれも大小の差こそあれ，殆んど一グループのようで，それぞれの垣根をこえて風通しをよくし，接触の機会を多くすることは大変有益なことだと思われます。最近のように学会，討論会が討論もろくにできないようなプログラムになっている状態では，なるべく肩のこらないざっくばらんの話のできる場がほしいもので，既にこう言う試みをなさっておられる向きもおありのようですが，その企てがさらに延長拡大されればますますお互いの利益になるものと思います。しかしながら，最近の放射線化学には，いよいよ大型化の傾向が見え，これについても何等かの対策を考えておく必要がありそうです。大型化と言うことは必然的に予算の大型化を意味することですから，当然個々のグループがそれぞれというのは不可能で，ここにもグループ間の共同，協力が要求されます。差し当っては適当な機関，例えば原研・理研・京大原子炉実験所と云った所が核になって，fund に関して働きかけて行くのが，計画実現の早道と思われます。最近ややもすると大型計画に関して開発研究の類いの方が優先されるような感じを受けますが，ここらで基礎研究なくしては開発のしようがないと言うことをしかるべき筋に思い出して頂きたいものです。さらに共同利用の仕方をもう一度検討して，ただ道具を借りるだけでなく，もっと本腰をいれて共同研究の成果が上るような方法を見出すことが期待されます。この交流，大型計画の両方が実現されれば，本会の充実，発展にとって大いに役立つに違いありません。

以上，本会の隆盛を祈って，多少のエンのあったノートルダムのことと，本欄ですでに何人かの方が取り上げられた問題をあえて，重複も省り見ず，書かせて頂いた次第です。

本の紹介

新しい国際学術誌の発行

放射線化学

この夏からサックレー研究所のH. Hering博士を主筆とする次のジャーナルが新しく刊行されることになった。

International Journal of Radiation Physics and Chemistry

この雑誌の主目的はつぎのようである。

1. イオン化放射線の物理的並に化学的影響を取り扱う論文および関連するトピックスに関する論文を広く配布するための特別の刊行物たらしめる。

2. 見解の異る発表や討論を容易ならしめる。

3. 論文数の増加とか配布先の広くない雑誌えの投書論文などからくる困難さを克服するための試み*。

4. 使用国語による困難さを少しでも減少させる試み。

この目的を達成するために英語，仏語，独語あるいは露語の内の1ケ国語を使用し，原報は50,000シンボル（5～7,000語あるいはタイプ用紙で20～30頁位）位までとし3ケ国語の要旨をつける。原報は結果から引き出される結論が充分に確かである事が必要である。既報の部分的な結果が集録されているものでも同一著者によるものであればさしつかえない*。論文を次の2つに分類する。

1. 基礎科学論文：エネルギー吸収の物理過程から生成活性種の化学反応に至る全現象およびそれらの研究手段に関係する論文で，放射線物理学および，あるいは放射線化学の基礎知識として貢献するものに限り受理される。例えば連鎖開始や放射線分解の反応機構の説明なしに重合のみを取り扱った論文は受理されない。同様に放射線生物学の内容の論文は放射線化学の反応機構に新しい貢献をするものに限り受理される。100～300語の要旨として次の内容のアブストラクトをつける。

研究の目的，主要な結果，特に新しい重要な数値，主要な結論

2. レター：表および図を含んだ7,000シンボルまで(英,仏語約1,000語）とし未発表で印刷の価値がある重要な情報を提供する場合に限り受理される。

雑誌の高い科学レベルを保持し，かつ国際性を失わないために国際的編集者を任命し，その国の投稿あるいは自国語で書かれた投稿を集める。national editors として現在の所，一応 N. Bach, A. Chapiro, A. Charlesby, P. J. Dyne, A. Henglein, および筆者が決まっている。従って日本国内からの投稿は，京都大学工学部高分子化学教室岡村誠三(京都市左京区吉田)宛ご送付頂き度い。主筆に送られた論文はそれぞれの国内編集者へ送付される事となっている。国内編集者は国内の審査員に送り3週間以内に返送を得て主筆へ送付する。投稿月日は国内編集者が原稿を受け取った時とする。

この雑誌の発刊計画については M. Magat 教授が主動的に努力されパリーでは林晃一郎教授の多大な尽力が，またロンドンでは A. Charlesby 教授の出版元 Pergamon Press との緊密な連絡が効を奏したものと見られる。わが国では志田教授，九里教授，小田教授，大島教授広田教授の御援助が得られている。

迅速な出版と国語の制限を取り去った事を特徴とする雑誌である。最初の相談の段階では日本語も入れる事となっていたが，印刷技術的問題で今の所アブストラクトに入れられるかも知れないといった程度に止っている。

なお前述*印の2項からえ考えると，例えば日本語の学術雑誌に既発表の結果でも同一著者によるものを幾つか集めてまとまった結論が導かれるような場合には受理される事となる。

第1号はこの夏前頃に出る予定であるからよい論文をどしどし投稿されるよう希望したい。　（岡村）

化学反応論

かねてより Dr. S. W. Benson (Stanford Research Institute, Menlo Park, California) を中心として企画されておりました **International Journal of Chemical Kinetics** (隔月発行)が Interscience Publishers, J. Wiley and Sons, Inc. から刊行されることになりました。創刊号は本年6月の予定です。その雑誌のねらいは分子構造と化学反応性の関係にあるようです。編輯委員長は Benson ですが，委員は下記の通りで放射線化学や光化学の人の名も沢山見うけられます。これらのメンバーの顔ぶれから本雑誌のカバーする分野をご想像下さい。(購読料は年間約15ドル，投稿料は少くとも当分は無料)

R.B. Bernstein, J. Calvert, F.S. Dainton, L.M. Dorfman, H. Eyring, H.M. Frey, P. Goldfinger, H.S. Johnston, G.B. Kistiakowsky, K.J. Laidler, R.G. Pearson, B.S. Rabinovitch, H. Schiff, H.G. Wagner, S. Winstein

(Benson からの来信による。志田)

ニュース

第5回 Miller Conference に出席して

東京大学工学部　田　畑　米　穂

第5回放射線化学の Miller Conference がポーランドの主都ワルソーに近い Kazimierz で開催された。ここはワルソーから 160 km 離れた風光明媚なルネッサンス時代にできた小さな街で，人口約3,500で古い教会や，古城の跡などが印象的であった。ポーランドの J. Kroh 教授が当番役として，会議の世話をされた。

わが国からは東大の大島恵一教授とフランスに滞在中の林晃一郎京大助教授および私の3人であった。Miller Conference は主としてヨーロッパが中心となっているため，イギリス，フランスおよび地元のポーランドから多くの出席者があった。アメリカよりの出席者は少なかった。ソ連よりは数人が参加していた。

会場は Press Resting House で，全員同建物で起居をともにした。9月11日(月)より同15日(金)まで5日間の日程で行なわれたが，金曜日を除く毎日は朝9時15分より1時頃まで，つぎは夜7時15分より10時半頃まで発表，討論を繰返した。議論は極めて活発で尽きることがないほどの session もあった。

9月11日（月）

午前の部の最初は "Current Topics in Radiation Chemistry of Water and Aqueous Solutions." と題して，Moscow よりの Pikaev 教授の speech があり，水溶液等に生成する励起子や，分子的生成物についての最近における研究の紹介があった。引続いて，高圧下における水和電子の挙動についての報告と，異なる波長を有する真空紫外での水の分解について発表が行なわれた。

光のエネルギーが低くなるに従って H や OH の生成の G-値が減少することが示された。超励起状態の水分子が分解過程で重要な役割をしていることが指摘された。また，H_2O や D_2O での，水和電子の生成の G-値について議論された。

夜の部では "Pulse Radiolysis Studies on Election Affimity in Solution." についての紹介があった。電子の付与による，イオン・ラジカルの生成について多くの例があげられた。メルカプタンや，H_2O による電子の捕獲について，実例が示された。CH_3COCH_3 は数 rads, −196°C で照射して昇温すると強烈な熱ルミネッセンスが観測され，電子捕獲が極めて有効に起っていることが推定される。X 線パルスの 10^{-9} sec 域での研究が紹介された。

9月12日（火）

朝の session では，Notre Dame 大学の Magee 教授による "Primary Species and Their Behaviour in the Radiolysis of Liquid and Solid Systems" なる講演があった。発表の中途より，会場から質問が次々に飛び出し，一時騒然となり Magee 教授も一瞬とまどうという光景もみられた。電子や陽子が物質中でエネルギーを失う過程について行った計算結果を紹介した。次に，純粋な氷に生成する lt の G-値を 11 MeV の加速度を用いて行ったパルス照射実験の結果が紹介された。この研究はオランダ，デンマーク，スエーデンが共同で行っているプロジェクトの一つである。−14°C から −50°C までの G-値は 0.3 より 0.02 まで変り，同じ純粋な固体ガラスでも，温度によって，顕著な変化があることは興味深い。

次に，Manchester 大学のパルス放射線分解についての報告があり，CCl_4-芳香族系，$CHBr_3$-芳香族系などの系での電子の授受，donner-acceptor の相互作用などについての新しい研究が紹介された。誘電率の異なる solvent による効果も詳細に検討されている。

夜の session は，"Radiation Chemistry of Crystal Solid." なる主題についてであった。最初にポーランドの Dr. Damm によって無機物の放射線損傷についての

古典的な一般論について紹介があった。引続いて固体の蛋白質中に生ずるイオン-ラジカルのESRによる研究について，Dr. Henricsenから報告があり，スコットランドよりのDr. Cumminghumから天然カルサイトの結晶中におけるCO_3^{-2}, CO_3^{-3}イオンの挙動についての報告があった。筆者は，固相反応における放射線のLETおよびエネルギー効果について報告を行なった。BurnsによるLET効果の研究，ソ連科学アカデミーグループのアクリロニトリルの固相重合における熱分析の利用，ドイツのSchulte-Frohlindeらによる重水化アルコールの放射線分解の研究なども紹介された。

9月13日（水）

朝のsessionでは“The Formation and Role of Excited States in Radiation Chemistry—Evidence from Pulse Radiolysis and Other Sources”が主題で討論が進められた。最初に英国のDr. Salmonより，シクロヘキサン-ナフタリン系で生ずる活性種についての詳細な報告があった。ナフタリンの励起singlet, triplet, intersystem crossingに対するG-値をその濃度の関数として求めている。Magat教授より，triplet, singletの生成に関連して，ルミネッセンスとフオスフォレッセンスの比の測定，微量の不純物の効果などについて，コメントが述べられた。Dr. Baxandeleよりは，dioxane中のanthracenaに生ずるアニオンや励起状態についての報告があった。Saclayの化学物理のグループよりは，CO_2の気相パルス放射線分解における最近の研究結果が紹介された。同グループのDr. Heringよりは酸素の励起状態に関する研究が報告された。林助教授よりは，セクター法を利用した電気伝導度測定より求めたイオンの寿命についての報告があった。

夜のsessionは“The Effect of Radiation on the Absorption and Catalytic Properties of Semiconductors.”

9月14日（木）

朝は“Physical and Chemical Interactions During Radiolysis of Orgamic Mixtures”が主題で，カナダのDr. Dyneより発表があった。まず，低温の固相等での，電子の移動や電荷の交換，hot hydregenの挙動について述べ，次に，炭化水素の液相等での放射線分解で，水素の発生に対する添加物効果の実験から，励起状態やエネルギー移動について言及した。これに引き続いて，固相での混合系における放射線分解について興味あるいくつかの例が報告された。例えば，アセトンと水の混合系固体の−196°Cでは，生成ラジカルの総量は，H_2O約70%のところに最大があり，そのG-値は10を越えることが，ソ連のDr. Bachによって示された。さらに，炭化水素−N_2O-ベンゼン系での放射線分解に対する相の状態による影響なども，ポーランドのグループより報告された。ソ連のKarpov研究所よりは，シクロヘキサンの燐ハロゲン化反応，オランダのDr. Cramerよりはシクロヘキサン-シクロヘキセン系における分解反応での電荷移動効果，ドイツKarlsruhe研究所のDr. Sonntagよりは，イソプロパノールの放射線分解におけるhotなCH_3の生成について報告された。大島教授よりは，メタノールのXeマトリックス系における放射線分解のESR的研究について報告された。

4日目の夜のsessionでは，“Ion-Molecule Reactions in Gaseous Systems.”が主題であった。Dr. Wincelからの報告につづいてイタリーのDr. Volpiの重水素化プロパノール，ブタノールのイオン分子反応，イギリスのDr. Collinsonによる電場下におけるAr存在でのプロパンの気相放射線分解について興味ある最近の研究が報告された。Dr. Milhandよりは$C_6H_{12}+C_6D_{12}$系のイオン分子反応の研究，Dr. Tiernanよりはタンデム加速器を利用した質量分析装置によりるイオン分子反応の研究が紹介された。

最終15日（金）は午前のsessionで全部の予定が終了したが“Radical and Ionic Processes in Radiation Chemistry”が主題であった。Magat教授による気相，液相，固相におけるラジカル，イオンや他の活性種についての寿命や，エネルギー移動それらの活性種の反応速度定数などについて，一般的な問題点の指摘があった。それに引続いてDr. Salmonからルミネッセンスと燐光

の強度の差は，低温で大きく異なってくることが述べられた。また，Dr. Kosa-Somogyi はメタノールやメチルテトラヒドロフランを低温ガラスで照射したときの熱ルミネッセンスと電気伝導の測定結果について報告した。Dr. Chapiro からガラス状態の重合反応について報告があり，Dr. Bonamour からはインブチレン-PVC 系のガラス状態の低温におけるグラフト重合が紹介された。日本グループからは，非極性ガラスにおける捕促電子の ESR による研究（林），アクリロニトリルの放射線固相重合における圧力効果（大島）および照射有機結晶中でのポジトロンの annihilation（田畑）の発表が行なわれた。

最後の session の議長であった Dainton 教授は，終りに放射線化学の現在における問題点—その一つとして，低エネルギー電子の反応等における挙動などを指摘し，再会を切望する旨述べられて閉会となった。

紙数の関係と不勉強で十分正確に会議の内容をお伝えできなかったのではないかと多少心残りである。

ヨーロッパにおける放射線化学の研究

団　野　晧　文

1. まえがき

昨年9月にパリで「放射線化学に関する日仏研究協力の第4回連絡委員会」が開かれ，この会議に出席した機会にヨーロッパの二，三の国を訪問し，最近の放射線化学の研究活動に接することができた。ここでは第4回日仏連絡委員会の概況と，フランス，デンマーク，ルーマニアの放射線化学の研究活動の一部を紹介したい。

2. 第4回日仏連絡委員会

放射線化学に関する日仏研究協力は昭和40年5月に成立し，毎年の研究計画を連絡委員会を開いて決定することになっている。今回はパリで開かれ，日本からは宗像，大島，田畑，団野，現地より林，後藤田，福永，谷口の諸氏，フランス側より Lévêque, Chapiro, Lemoine, Puig, Traynard, その他数名の関係者が出席した。会議は9月5日より8日まで，フランス原子力庁本部で開かれた。

本年度の研究計画については，従来より行われてきた4つの研究テーマは次年度も継続することになり，(1)放射線グラスト重合，(2)放射線固相重合については基礎研究の成果を交換し，(3)原子炉の化学利用，(4) RI および電子線を用いたパイロット規模の照射技術に関しては技術的情報を交換することになった。

放射線化学の実用化を促進するために，応用研究の成果を交換する目的で，新たに二つの共同研究テーマが追加された。これは (5)ウッド・プラスチック共存重合，(6)スチレン・グラスト・セルロース繊維である。(5)の研究は，日本側で寸法安定性，不燃性の改善，フランス側で木材の密度，加工性の維持を目的にした研究を分担することになった。(6)の研究は，高崎研究所で開発中のスチレン・グラフト・セルロース繊維を用途開発の目的でフランス原子力庁に送り，フランス原子力庁は所定の契約の下でフランスの民間企業にこの試料を渡し，用途開発試験を行ない，その成果を交換するものである。

なお高分子の架橋の基礎研究を行なうためフランスより Marchal 氏を日本に派遣することになった。また放射線固相重合の研究のために阪本氏をフランスに派遣することになった。

日仏の研究協力は3年目を迎え，いよいよ本格的な共同研究の段階に入ったことには喜ばしいことである。

3. フランスの研究活動

フランスの放射線化学の研究は非常に早くから活発に行われ，日本から多くの研究者が留学し，すでに詳しく紹介されているので簡単に近況を報告する。

パリには Curie 研究所 (Prof. Haissinsky)，パリ大学理学部 (Prof. Magat)，CNRS (Dr. Chapiro)，CEA,

ニュース

Saclay 研 (Dr. Lévêque, Dr. Puig, Dr. Hering), など有名な研究所が集まっている。Prof. Haissinsky は老令のため昭和43年に Curie 研究所を去るこにになったのは淋しいこにである。International Journal for Radiation Physics and Chemistry の主編集者になった Dr. Hering は Saclay 研究所の物理化学研究室長で，フラシュ・ホトリシス，ESR 等で基礎過程の研究を行っている。パリ大学の Magat 研は，アメリカの Notre Dame 大学の Burton 研に匹適する立派な研究室で，多くの若い研究者が基礎研究に従事している。

このほか Strasbourg の高分子化学研究所，Grenoble の原子力研究所などでも放射線化学の研究が盛んである。Grenoble 研はフランスの原子力平和利用の中心で，原子炉，加速器等を使用し，石油化学研究所と協力して有機化合物に対する放射線化学の研究が行われている。

4. デンマークの研究活動

デンマークの原子力研究所 Risö は放射線化学の中心で，ここにある 10 MeV の加速器を使用して，スエーデンと水の放射線分解の共同研究を行っている。Dr. Nielson は放射化学，放射線化学の研究を担当し，水の放射線分解の研究では有名である。この加速器は昼間は研究に，夜間は医療品の殺菌に使用されている。ここにいる Dr. Holm は電子線の線量測定について多くの研究を行っている。また wood plastic の研究も盛んで Dr. Singer がこの方面の研究を担当している。

医療品の放射線殺菌の仕事が多くなったので，コペンハーゲンの近くに Radiest 社が設立され，10 MeV の linac を設置して Risö の仕事を引受けることになり 42 年末より操業に入った。

5. ルーマニアの研究活動

ブカレストにはルーマニアの原子力研究所がありソ連製のスウイミングプール型の原子炉 (2 MW) がある。放射線化学の研究は Inst. Atomic Physics (Dr. Ionescu) ブカレスト大学 (Prof. Pāun) で行われている。Dr. Ionescu は放射化学と放射線化学の研究を行っている。放射線化学は 3 つのグールで行われ，(1)気相反応：エチレンの重合，パラフインの酸化，$SO_2+O_2+H_2O$ の反応など (2)固相反応：セリウム等の錯塩の ESR の研究 (3)ホットアトム反応：無機，有機化合物中での減速効果の研究などが行われている。Prof. Pāun のところでは高分子化学を中心に放射線化学の研究が行われ，とくに放射線固相重合の研究に興味をもっていた。ルーマニアでは測定機器等の購入が不便なので，自分で装置を組立て実験しており，ESR，NMR など手製の装置で，かなり精度の良い実験をしていることに感心した次第です。

(原研・高崎研)

ヨーロッパ印象記

堀　田　寛
日本原子力研究所・高崎研究所

昭和42年10月23日より29日まで東ドイツの Leipzig で第 5 回安定同位体シンポジウムが行われ，これに発表する機会を得たので，前後三週間のヨーロッパ旅行をした急しい旅で一瞥したにすぎないが，依頼されるままにこの稿を筆にした。この季節はかなり寒いのではないかと思って行ったが，雨模様の日が多かったが幸い暖い日日であった。

最初 Sweden の Göteborg, Studisvik と Stockholm を訪ねたが，同じ高崎研の後藤田正夫氏も帰国されているので Sweden の詳しい近況は彼から拝聴する機会もあろうから，Stockholm の Prof. Lindholm が核物理の研究のために 20 Mev の大加速器の建設計画を進めていることだけを記すことにしよう。

次に西ドイツの Mühlheim の Max Planck 研究所を訪ねたが，Prof. Schenck は Notre Dame 大学での生活で体をこわされ療養中で，お会いできなかった。ここは Prof. Ziegler の本拠で高崎研のエチレンの放射線

ニュース

重合の開発は Ziegler 触媒に本気で対抗できるつもりでやっているのか知りたがっていた。

Leipzig で行われた安定同位体シンポジウムはここの Institut für Stabile Isotope が主催するもので，東ドイツの困難な環境にも拘らず隔年毎に国際シンポジウムを開催し，第5回にしてこの分野の世界的中核となったものである。安定同位体の濃縮，安定同位体比の測定，同位体効果および安定同位体の諸科学への応用を主題とするもので，筆者はこの方面に通じていたわけではなかったが，諸発表や綜合講演などを通じて同位体効果の化学の意義を知ることができた。御好意で一日ここの研究所の化学への応用部門を見学することができた。種々の制約のためか特に大型施設というものはないようであるが，実験室は行き届いて整備されていて，伝統的ドイツ化学魂がうかがわれ，やがて相当の成果が期待されよう。

次に Czechoslovakia を訪ね，Dr. Chutny の好意で Prag の南 30 km の山中にある Institute of Nuclear Research を見学することができた。ここは原子炉が一基あり，現在材料試験炉を建設中である。いわばチェッコの原研で，案内されたのは放射線化学の部門だけであるが各テーマ共数年間の経験の上によく錬られていて，国家が集中的に投資しているようであるが，西欧でよく論じられている枠を越えたものはないようである。この部門が今までに発表した成果のリストと別刷集をいただいたので興味のある方は御連絡下さい。

最後に Hungary へ行き，先づ南端にある Szeged 大学の酸化反応を研究している物理化学教室を訪ねた。ここは第二次大戦直後筋肉収縮の分子モデルを提案して世界的注目をあびた Prof. George のいたところで古い歴史のある大学であるが，現在小国の地方大学として財政的に豊かでないようで，Prof. Marta も政府のあまりに中央集権的政策に不満をもらしていた。

最後の11月4日は土曜日で Budapest では研究所を見学することができないので終日観光がきるものと思っていたところ，Institute for Isotopes（原研にあたる所）の Tetenyi 所長が毎週金曜日は Szeged 大学へ講義にきていて，Prof. Marta が紹介してくれた。きいてみると，来週の月曜日である11月6日はソ連社会主義革命50週年記念日で，土曜日と月曜日が入れ替り4日は平常勤務なので，研究所の車をホテルに廻すから是非くるようにとのことであった。“This Saturday is Monday,” とのこと。この研究所は Budapest の北 10 km のなかなか景色のよい山中にある。原子炉もあり，80 KCi の ^{60}Co 照射棟を建設中で案内してもらったが，線源の組立て方が日本では見られない方式で興味深かった。Central Institute for Physics と同居していて，この方は規模は十倍もあり国立総合物理研究所で充実しているようだ。Leipzig の学会でここの人が発表していたので，同位体効果の研究室を中心にして二，三案内してもらったが，活気に満ちていた。

東欧圏の研究所はドル不足のため西欧の機械類を購入することが困難なこともあって，自己の開発した home made のものが多数見掛けられ，それだけに研究活動はなかなか活気に溢れている。ドル圏内では比較的安いということでイタリー製品がだいぶ進出していた。

東欧圏というと何か異質な生活圏があるように感じられないこともないが，市民生活は東も西も人の心は変らない。ソ連の繁栄はソ連のものというのがソ連圏内に無理に押し込まれている古き歴史を自負する諸国民の本心のように，誰が言ったわけではないが，全体として感じた。家賃と食費の安いことは社会主義の何よりも恵みである。

第 8 回

日本アイソトープ会議

印 象 記

大島裕之助
福元次夫
岡田紀夫
神山秀雄

本誌 No. 4, P. 23 に予告されたように，11月13日～16日にわたって第8回日本アイソトープ会議が東京の日本都市センターで行なわれた。この会議の性格については，しばしば論議のあるところではあるが，今回は国内，外の専門家の招待発表，シンポジウム，およびパネル討論会が基調となっている。放射線化学部門でも同じで11の研究発表のほか，6件の招待発表，3つのシンポジウムと2つのパネル討論会が行なわれた。アメリカからの船橋氏や“定連”に近い Stannett 教授に加えて，スウェーデンの Kinell，ソ連の Abramian などの顔もみえ，基礎から応用にわたる範囲の広い話で聴衆もなかなか大変であった。そこで各専門分野や，出席されたセッションも考えて4人の方に印象記をお願いした。これによって会議の様子がわかっていただければ幸いである。

ソ連における工業用電子加速器

Abramian 氏の講演は，今までソ連における工業用電子加速器の開発状況を知る機会のなかったわれわれにとって興味があった。しかし高電圧発生部に新しいタイプを用いているのではないかとの期待ははずれた。高電圧発生部は G.E. 社製の共振変圧器型と全く同じ回路形式である。構造，とくに共振回路の構成や加速管などの細部については知り得なかったが，周波数は 50 c.p.s. を用いていることや 600 Kev～2.5 MeV，40 kW のものがあることは工業用として便利であろう。しかし日本のように電力事情の悪い周波数が変動する所では 50 c.p.s. を用いた特長は表われないだろう。今後さらに 1,000 kW 程度の加速器を作るようであるが，確かに高出力の加速器を作れば，kW 当りの単価は下がる。しかし必要線量と処理量を考えた場合，高出力の加速器をもてあますようになり，線源の単価は下がらなくなる。線源のコストを下げる意味で，高出力のを開発するのも結構だが，これには限度があり，中出力でコストの低い加速器を作る工夫の方は困難であるがもっと重要と思う。ともあれ素粒子の研究のために高エネルギー加速器を何台か製作したソ連が，今度は工業用加速器の開発にも力を入れだしてきたのは注目に価する。

放射線化学と ESR

放射線化学をさらに発展させるには，放射線照射によって生成するどのような活性種が最も反応に寄与するかを知ることは重要である。これによって線源の使い方にもいろいろの工夫が加えられることと思う。この種の研究は諸現象が重なり合い，また時間的に短いために長期間を要する。この一つとして放射線照射によって生成する中間体を検出し同定する研究がある。このシンポジウムでは種々の方法――不活性気体マトリックス，剛性溶媒，配向性，光照射――を用いて γ 線を照射した際に生成するラジカルを ESR で測定を行い，各々の長所を生かして，ラジカルを決定し，また反応機構の解明を試みていた。ESR 法はラジカルを検出する点では確かに万能であるが，放射線化学反応では活性種はラジカルだけでなく，イオンもあり最近はイオンの研究もかなり盛んである。この方面の発表がなかったのは残念であった。さらに放射線化学反応の解明のために新らしい測定技術が開発されることを期待したい。

（原研・高崎　**大島裕之助**）

研 究 発 表

放射線化学部門では，高分子化学関係 9 件（4 件は原研高崎研のポリエチレンの中間試験関係報告），食品照射関係 2 件の計11件の報告があった。

1. ビニルスズ－シリコン化合物の放射線重合　**早川**ら（名工試）。ビニルスズ（Et_3VSn, Ph_3VSn, MA-$SnPh_3$）ビニルシリコン（$(EtO)_3VSi$, $(MeO_3)VSi$, $(MeO)_4V_2SiO_2$, Cl_2MeVSi, Cl_3VSi, Et_2HVSi, Et_3VSi））を合成し 10^{-5} mmHg で封管し ^{60}Co の γ 線照射を行ない，重合の難易を比較した。MA-$SnPh_3$ を除きいずれもオクゴマー（分子量 300～1700）で一般に高重合度のポリマーを生成する化合物ほど重合速度が大きい。この報告は有機 Sn, Si 化合物の放射線による重合を試みた興味ある研究である。

2. γ線による一酸化炭素と環状化合物との共重合反応　**近藤**ら(住友原工)。一酸化炭素と環状炭化水素（シクロヘキサン，シクロヘキセン，4-ビニル-1-シクロヘキセン，シクロペンタジェン，ベンゼン)，環状エーテル類（エチレンオキシド，プロピレンオキシド，フェニルグリシジルエーテル，1,3ジオキソラン，2ビニル1,3ジオキソラン，テトラヒドロフラン，1,4-ジオキサン，ジヒドロピラン）イミン類（ピロリジン，ピペリジン，ピロールピリジン）環状エーテルイミン（モルホリン，N-メチルモルホリン)，ラクトン類（β-プロピオラクトン，γブチロラクトン）との反応をγ線照射で行ない，それぞれ分離したポリマーを元素分析，赤外線スペクトル，X線回折，示差熱分析などで物性および構造の解析を行った。

3. 四塩化炭素存在下におけるポリ酢酸ビニルの照射効果　**伊藤**ら（通産省工技院)。有機ハロゲン化合物の存在下でPVAcのγ線照射により吸光度の変化を研究されている中で，PVAc-CCl_4-溶媒系での着色現象，PVAcの変化を検討した。PVAcの主鎖切断のほか，加水分解が起っていることを示唆された。講演要旨中図1の線量率は $2.5\times10^4\,\gamma$/hr に訂正とのこと。

4. 電子線照射後のポリエチレンの酸化過程について　**多田**ら（住友電工)。ポリエチレンを放射線により真空照射した後，空気中に放置された場合，酸化が除々に進行することが報告されているが，演者らは酸化生成するカルボニル基の生成過程に及ぼす，ポリエチレンの種類や線量の影響について検討した。実験結果の一部，Hermansの拡散理論によって説明されたが，この理論は金属酸化被膜についての理論であり，この場合適要するのはどおかとの質問があった(鍵谷氏，京大工)。ただゴムのオゾン劣化などの説明にもこの説が用いられているとのことであった。

5. 各種有機絶縁材料の原子炉照射による放射線損傷について　**田中**ら(住友電工)。9種の有機絶縁材料（ポリイミドなど）の厚さ 0.05 mm のフイルムについて京大原子炉で照射を行い照射には 1,000 kW，4.0×10^{12} n/sec/cm^2 で60分までの照射を行った。その結果について機械的変化(伸び，抗張力)，電気的性質（誘電特性，体積固有抵抗）を測定したところ，あまり変化は認められなかった。同様に照射中の試料の温度の測定も行なった。

6. 中間規模装置によるエチレンの放射線重合（I）流通法によるエチレンの放射線重合　**武久**ら（原研高崎研)。中間規模実験によるエチレンの放射線重合の方法経過について報告が行なわれた。すなわち反応器容積 1 l，10 l の2装置についての，エチレンの流速，反応圧力など反応条件のポリマー生成速度，分子量に及ぼす影響について報告があった。

7. 中間規模装置によるエチレンの放射線重合（II）生成ポリエチレンの物性　**町**ら(原研，高崎研)　上記流通法で得られたポリエチレン(タカセン)の構造と物性に及ぼす反応条件の影響を検討し，実用的物性について在来法のポリエチレンと比較した。機械的性質の中，引張強度，衝撃強度，硬度などは在来法のものと異なることなく，その密度，分子量に相応する値をとる。クリープ，環境ストレスクラッキングなど低温での流動に特徴がみられ，電気的性質の中 $\tan\delta$ は 3×10^{-5} 程度で他に比べてすぐれ，かつ，ポリマー中の二重結合の濃度が小さく，純粋でかつ表面積の大きい粉末として生成するなどの特長を有していることが明らかにされた。

8. 中間規模装置によるエチレンの放射線重合（III）反応容器内部の線量率分布　**大島**ら(原研高崎研)。上記反応容器中 400 kg/cm^2 の圧力で充満したエチレンによる吸収線量分布を計算によって求めた。計算の結果，線量分布は中心軸に直角な面でほぼ均一で，かつエネルギー吸収効率は 0.22% の値が得られた。

9. 液体二酸化炭素を溶媒とするエチレンの放射線重合　**萩原**ら（原研高崎研)。γ線によるエチレンの高重合反応によりポリエチレン製造において液体二酸化炭素を溶媒として用いた時の効果について報告された。CO_2 の添加により反応速度は増加し，加速現象がみられる。重合体の分子量は反応時間で増大するが，その増加速度は CO_2 の添加量につれて減少する。そのほか CO_2 の添加により，開始反応が促進され，連鎖移動反応は，単独重合の時と同様，ほとんど起っていないことを明らかにされた。

10. アミノ酸の放射線分解と食品照射における照射臭発生との関係　**白井**ら（日大農化)。含硫アミノ酸など20種のアミノ酸について水溶液でγ線照射し，アミノ酸の放射線に対する安定性と分解機構を調べ，かつ照射臭の原因を追求する。生成する照射臭の発生はシスケン，メチオニンの酸化分解中間生成物によることが推定されたが，検出クロマトグラフの結果からも原因となるべき物質構造については説明は得られなかった。

11. 蛋白質反応の放射線化学的研究，照射雰囲気と粘度変化　**西沢**(防衛大)。種々の雰囲気 (N_2, O_2, H_2, NH_3 ガス）でγ線照射された蛋白質（卵製アルブミン）の尿素水溶液中での粘度変化について比較を行った。

シンポジウム

放射線化学関係のシンポジウム「低分子化合物の合成反応」では4件の報告があった。

1. ベンゼン水溶液の放射線酸化　**堀田**（原研高崎研）。演者の数年にわたるベンゼン-水溶液系およびその関連化合物系の放射線照射によるフェノール及び関連酸化物生成反応について詳細に述べられた。とくに酸化生成物生成に寄与する酸素の導入について ^{18}O を用いての反応機構の研究よりガス酸素，水からの寄与の機構を明確に説明された。

2. 放射線によるジクロルエタンの塩素化反応　**団野**ら（原研高崎研）。放射線によるジクロルエタンの塩素化反応について，例えば線量率 1.2×10^5 r/hr の時，EDC 1モル，Cl_2 1.2モル/hr の流速で反応した場合の塩素化 G 値は 10^5 に達する。これらの反応について，基本的性質について詳細に述べられた。

3. シクロヘキサジエンの放射線化学反応（気相法）**桜井**（阪大産研）。放射線化学反応の相の違いによる反応の比較検討として1.4-シクロヘキサジエンの液相での反応と気相での反応を，分解生成物の G 値より比較検討された。

4. 食品添加物の放射線分解 I. 合成着色料赤色105号（ローズベンガル）の分解　**出雲**ら（国立公衆衛生院）。食品添加物の放射線照射による毒性の検討を，添加物の使用量が一般に極小量で検出困難なことから標識化合物の放射化学的追跡により行った。市販，合成着色赤色105号（^{131}I）をとりあげ，乾燥状態，水溶液，システイン添加物の三者について，照射後食品添加物公定書の方法に準拠しペーパークロマトグラフィで展開分離を行った。分解の主体は分子内ヨードの離脱によるものと推定された。　（大放研　**福元次夫**）

招待講演

「繊維工業からみたグラフト重合」と題する東洋紡の**森本**氏の講演は放射線を含めたいろいろな方法によるグラフト重合の繊維工業への応用に関する現時点における問題点を説いたものである。すなわちグラフト重合については放射線法，化学法を含めて過去10年間多くの努力が集中され，とくに繊維の分野ではその工業化がはやくから有望視されていたにもかかわらず，まだ結実をみていない理由はどこにあるかという疑問に対してこたえる内容のものである。繊維の分野でのグラフト重合は，(1)繊維へのグラフト　(2)グラフトポリマーからの新繊維の製造　(3)織物へのグラフトの三つに分けて考察をすすめられた。(1)の繊維のグラフトは現在まで一番精力的に研究が集中された分野であり，二，三過去において生産されたものもあるが，大規模な工業化には至っていない。その理由はまだ性能的には充分なものが見い出せない点にあり，森本氏の意見によれば，この分野に対してはあまり楽観的ではない。(2)グラフトポリマーからの新繊維の製造は技術的に非常に困難であり，現在のところかなり努力がそそがれたにもかかわらずまだ成功をみていない。近い将来においても容易に達成できるとは思われない。(3)の織物への加工は合成繊維織物への汚れ防止加工，制電加工あるいはセルロース織物への Wash and Wear 加工などで，ぼつぼつ製品が販売されている段階の分野であり，結局この方面が最も容易で，これに立ち返らざるを得ないという現況であると結論された。なお蛋白繊維にアクリロニトリルをグラフトして得られたシルク様の風合をもつ東洋紡で開発された新繊維製品の試料を展示され，参会者の関心を集めた。

「Radiation Chemistry in Japan, 1966～1967」と題する京大**岡村**教授の講演では，1966年より1967年へかけての国内における放射線化学の研究情況が概説された。多数の発表論文のうち40%は放射線化学に関するものであり，60%は放射線高分子化学に関するものであって，わが国ではいかに放射線化学における高分子のウエイトが大きいかがうかがわれる。さらに放射線高分子化学のうちで80%は放射線重合に関するものであって，研究の重点は ESR などによる放射線化学反応の機構の研究に集中している。非常に明確な英語で，各研究を要領よく紹介されたが，何分論文の数が多いので途中で時間切れになったのは残念であった。講演後 Stannett 教授より，日本における放射線化学者の数などについて質問があり，日本の放射線化学者の層が厚いのに感銘を受けたとのことであった。

「A Study of Wood-Polymer Combination」と題するスウェーデンの **Kinell** の報告。wood-polymer combination は最近わが国でも急に関心が増大しつつある分野の一つである。この報告は北欧の林産国スウェーデンにおける最新の研究情況を伝えるものであった。現在までに研究された wood-polymer combination は松材などの各種木材とスチレン，メタクリル酸メチル，アクリロニトリルなどの組合せによるものであり，重合反応そのものに対する興味はもとより，どのような性能をもった改質木材を目標とするかが重要な課題となっている。木材内の重合反応は，重合のさいと用いられる溶剤およびその膨潤効果のみならず，木材の材質，リグニン等木材内の異物質の存在などによって影響を受け，これらの因子について詳しい研究が行なわれた。改質木材は寸法安定性，とくに湿度の変化に対する寸法安定性ならびにメタクリル酸メチルなどを組み合せる場合には外観の向上すなわち光沢などによる高級感の付与が目的とされているが，まだまだその性能，用途の開発については研究の余地があるという印象を受けた。

（原研大阪　**岡田紀夫**）

招　待　講　演

γ 線照射した固体アルカンのルミネッセンス。Notre Dame 大の Burton 教授のところにおられる**船橋**さんが，3-メチルペンタンなどの飽和炭化水素を液体窒素温度で固化せしめて放射線を照射する際に観測される特有の発光について，いままで Burton 研究室で行なわれた研究をまとめて紹介された。発光の原因については，放射線により一たん解離した陽イオンと電子が再結合の途中で，低温ガラス中では陽イオンのごく近傍に電子の捕促された準安定状態を経過すると考え，その歪んだ三重項状態から基底状態への遷移に伴なう輻射であると説明された。

パネル討論会

（1）「放射線化学よりみた線源」

このパネルの意図は，標題とはやや異なり，後の質疑の際に座長から説明されたように，放射線化学を光化学・プラズマ・放電などを含めて巾広く解釈して，その工業的利用を活性状態の生成手段（線源）の立場から比較検討しようとしたものであろう。まず日立の**原**さんが放射線源としての加速器・RI などのコストを論じた後，工業用線源として実用化し得るのは，加速器に合わせてプロセスを考えるのではなく，あるプロセスに合わせて設計された単一目的の可動部分のほとんどない加速器であろうとお考えを述べられた。東工大の**田中**さんは，光化学の分野でも，放射線化学の場合と同じように，分子のエネルギーを真空紫外光を用いてイオン化電圧附近まで高めてその反応を観察する研究が進められている現状を紹介された。広島大の**津田**さんは放電化学と放射線化学の比較を試みられ，放電化学反応の本質を低エネルギー電子の放射線化学と見なし得ると要約され，うすいフィルムの生成や固体の表面処理などにすでに実用化されている現状を説明され，エネルギーの利用効率はかなり高いと推定されるが，線量測定法がまだ確立しておらないため反応のG値がかなり求め難いなど問題点を指摘された。阪大の**堤**さんは，合成化学の立場から，プラズマジェットやマイクロ波放電によりつくった原子状の水素・炭素・酸素などを利用した最近の合成反応の例を多数紹介され，その経済性に言及された。東洋紡の**小林**さんは，ご自身の経験を含めて放射線化学の工業的利用および開発例の現状と問題点をまとめられ，まだまだそれぞれの放射線源について有利なプロセスをさがしている現状であることを示された。このパネルの中で堤さんが，原子力発電が盛んになる見通しが明らかになってきたので，合成化学の立場からは，放射線そのものではなく，マイクロ波・プラズマ・レーザーなど直接的に電気を豊富に使う方向に向かうであろうと発言されたことは，深く考えさせられるものがあった。

（2）「放射線化学よりみた物理と生物の橋渡し的研究」

最初にテーマに対する問題提起の意味で，京大の**吉井**さんが，巨大分子の分散系に放射線を照射するときわめて低線量でその表面電位的性質がいちじるしく変化する事実を黒鉛ゾル・蛋白質・核酸・赤血球などについて紹介され，生体に対する照射効果の研究においてこのような物理化学的過程およびそれに参与する活性種の意義を強調された。これを受けて理研の**今村**さんは，放射線の種類による照射効果の差違すなわち線質効果の研究は，放射線の直接および間接の生成作用を知る上に重要であるが，そのためには分子機作・遊離基機作・イオン機作など物理作用の詳細を知らなければ正しい把握は困難であるとの立場から，メタノールの場合を例にして極性溶媒中での各機作のG値を論ぜられた。次いで東工大の**織田**さんは，物理学者の立場から，放射線の生体作用の分野で物理が化学を介在せず直接“飛行機”で生物に貢献するにはどうしたらよいかを考えた結果であると前置きされて，放射線エネルギーの一次的附与過程，すなわちミクロな空間分布および種々の励起モードの分布を知ることの重要性を指摘され，超励起状態・多重イオン・反跳原子・弾性散乱などについて紹介を行われた。最後に阪大の**近藤**さんが生物物理学者の立場から，生体は放射線に対して高い感受性を持っていること，その主要な原因は少くとも微生物については致死障害が DNA の二重鎖切断によると述べられた上で，紫外線による致死とピリミジンダイマーを関連づける研究を紹介され，修復過程の生物学的意義を論ぜられた。その際放射線作用の研究に光を用いることの重要性を強調されたのは印象的であった。

（原研大阪　**神山秀雄**）

第10回放射線化学討論会をかえりみて

放射線化学討論会も回を重ねること10回目，いままでは東京—名古屋—京都—大阪と東海道を行きつもどりつしていたのだが，このたびは10月26日と27日の両日にかけて中国地方の中心，広島で開催ということになった。一口でいえば予期されないほどの盛会であった。この陰には，広島でもろもろの準備をされた津田教授と，助力された多くの方々の努力によることは勿論で，この最後に述べられている津田教授の“つつましやか”な記事から十分その苦労のほどは察することができる。会員一同とともに心からのお礼を申し上げたいと思う。

さて，招待講演が2，一般発表論文が57という未曽有の数に達した今回の討論会では，出席者も延300名という数で，十分な討論ができるのかという心配もあったが，行き届いた配慮と，立派な会場の設備のおかげで，これは全くの杞憂に過ぎなかった。

以下数人の方々にお願いして当日の講演，討論の模様をそれぞれの立場から書いていただいた。出席されなかった方々も，これによって現在のわが国の放射線化学のすう勢を知ることができるものと思う。秋色豊かな中国地方の旅で行われた数々の討論が，本年東京で開かれる予定の討論会で美しく花ひらくことを心から期待したいものである。

基礎過程の理論的取り扱い

今回の討論会の特色の一つは，理論関係の発表が従来に比べて多かったことである。これは今回の主題の一つが“放射線化学の基礎過程”であったこともあろうが，やはり内外における放射線化学研究のすう勢が，照射効果の現象面から一歩踏み込んで，その素過程をできるだけ理論的に把握しようとしていることを反映しているといえよう。したがって理論的取り扱いといっても，照射により生成する活性種を ESR や電子スペクトルなどの手段により捕捉してその構造を明確にしようとする構造論的方法は，すでにいち早く取り入れられており，むしろこれらの研究成果を背景として，放射線化学反応の各素過程をそれに参与する活性種の実体を確定しながら速度論的並びにエネルギー論的に解明しようとする傾向がうかがわれる。

分子がそのイオン化ポテンシャル以上に励起された，いわゆる superexcited staete は Platzman の提唱以来その重要性が次第に認められてきた。しかし，この状態から特異な化学反応が誘導されるかどうかはまだ実験的には明らかではない。この問題に関連して，阪大の**広田**教授の「放射線化学における低分子の基礎過程」と題する招待講演が第1日の冒頭に行なわれた。早朝にもかかわらず大勢の聴衆がつめかけ関心の深さが示されていた。講演は超励起状態の一般論から始まり，He 原子の2電子励起のスペクトルについて鮮やかな実例を示された。次いで，この状態と年来のご主張である電子衝撃における質量スペクトルが分子の最高被占軌道により決定されるとする MO 理論との関連性を指摘された。また東工大の**旗野**らは，オレフィンから照射により生成する水素の大部分が hot 水素原子に由来するとする従来の研究を発展させて，その hot 水素原子はさらに超励起状態に由来すると論じた。種々のオレフィンについて超励起状態からの生成の G 値を，分解確率のエネルギー依存性に大胆な仮定を用いて，光吸収及び電子のエネルギー損失の測定値から算出し，実験値とよい対応が得られたとしている。

疑縮系では広い範囲の電子が一斉に励起されるいわゆる集団励起が問題となる。この状態についても，他から区別される特異な化学反応が，誘導されるかどうか，確かな実験的根拠はまだないが，Oak Ridge のグループがポリスチレンについて，その存在を実験的に証明して以来，新たな関心をひきおこしている。倉レの**勝浦**は，放射線エネルギーが気相において非局在励起として吸収される割合を半経験的に求める式を導き，その値から疑縮系における集団励起の割合を評価する方法を論じた。

液相の放射線化学反応におけるイオン活性種の役割を明らかにしようとする研究も，最近の大きな流れの一つである。東工大の**山崎**らは，外部電場も取り入れた拡散方程式から出発して，負イオン活性種の空間分布の時間変化を解析的な形で求めることを試みた。東工大の**佐藤**らは，簡単な解析的な形を仮定した荷電粒子の初期分布から出発して，拡散により最終生成物を生ずる過程についてモデル計算を試みた。正および負イオン捕捉剤の水素発生の G 値に対する効果の計算曲線は実験値とかなりよく対応している。原研大阪の**林**らは，C_5～C_{10} の n-ア

ルカンについて電導度の測定から free ion 生成の G 値を求め，その炭素数による系統的変化に関連して，荷電粒子の初期分布に対する誘電媒質の効果について考察を行なった。free ion 生成の G 値を本誌第3号に紹介された Int'l Congress of Radiation Research の報告の値と比較すると，独立に行なわれた一連の測定にもかかわらず，よい一致が見られ，電導度法も放射線化学の有力な研究手段として確立された感が深い。

特異な反応系である炉内化学反応について，原研高崎の**下沢**らは ^{15}N を用いた窒素分子の交換反応を取り上げ，広範囲の線量率の下でその圧力依存性を測定した。この研究は高崎研の大きな研究テーマの一つである原子炉放射線を用いて窒素を炭化水素中に取り込む化学反応の研究の一環として，日仏放射線化学協定にもとずきフランスの原子炉を利用して行なわれた。解離しがたい窒素分子について G 値が13にも達し，炉内放射線による140 Mr/hr に及ぶ線量率でもその値が低下しない事実は注目に値する。　（原研・大阪　**神山秀雄**）

水，アルコール系

水系の放射線化学において，**大野**は $[Fe(CN)_6]^{4-}+h\nu \rightarrow e_{aq}^- + [Fe(CN)_6]^{3-}$ によって生ずる e_{aq}^- を用い，50%D重水中での $e_{aq}^- + H_3O_{aq}^+ \rightarrow H$ および77°K固体中での反応の同位体効果を求め，液相では 2.5～3 の値をえて $e_{aq}^- + H_3O_{aq}^+ \leq (H^+ \cdots e^-)_{aq} \rightarrow H$ の機構を提案し，固相では効果が小さいことから別の機構を提案している。**近藤**らはシアン化水素水溶液の放射線分解を種々のラジカル捕捉剤の存在で研究し，$k(OH+HCN)=2.7\times10^9$, $k(e_{aq}^- + HCN)=2.2\times10^8$, $k(H+HCN)=3.2\times10^7$ ($M^{-1}\,sec^{-1}$) をえている。**松浦**らはトリス（グリシナト）コバルト(Ⅲ)の 0.8 N 硫酸溶液を酸素有無の状態で γ 線照射し，溶質の分解，水素，過酸化水素の生成量を測定し，無酸素の場合，溶質の分解収率は 6.45 となり，水からのラジカル収率6.6とほぼ一致することを示し，電子授容体の金属をもつ有機キレート錯塩では，H, OH によるリガンドからの脱水素を通じて中心金属の還元が行われると推察している。

堀井らはニコチンアミドおよび関連化合物水溶液のパルスラジオリシスを行い，還元中間体と考えられる 420 mμ ピークの吸収を観測し，種々捕捉剤の効果からその生成機構を検討している。**並木**らは NaCl の共存でグルコースなどの希薄水溶液を照射し，相当量の重合物の生成を見，それがカルボキシル基を含む分子量数千～1万程度のものと推定している。**楢崎**らは γ 線照射によるポリビニルアルコール水溶液のゲル化をしらべ，酸の存在ではゲル化しやすく，アルカリではゲル化しにくいことを示し，機構を検討している。メタノールの放射線分解では，**高橋**らがイオン流照射装置を用い，5 keV, ～60 μA の Ar イオンを 10^{-2} mmHg のメタノール蒸気に照射し，γ 線照射に比し，フォルムアルデヒドは約5分の1一酸化炭素は約3倍の収率をえている。**山本**らは CH_3OD を用い，約 60 mmHg の蒸気を γ 線照射し，水素の収率として H_2 6.0, HD 4.9, D_2 0.1 を得，イオン機作，分子機作，ラジカル機作にわけてそれぞれの収率を推定している。**今村**らは液体 CH_3OD の γ 線および $^{10}B(n, \alpha)^7Li$, recoil による分解を行い，H_2 HD, D_2 の収率を求め，$FeCl_3$, N_2O を捕捉剤としてそれぞれ分子機作，ラジカル機作，イオン機作による収率を求めている。γ 線ではすべての機作について $H_2<HD$ に対し，recoil では $H_2>HD$ になること，γ 線ではイオン機作が 2.00 に対し recoil では 0.2 で極めて小さいことを示し，これらの結果を LET 効果から説明できるとしている。**宮川**らはヨウ化シアンメタノール溶液で，N_2O, 酸の添加によるヨウ素および水素の収率の変化をしらべ，メタノールからの活性種と溶質との反応によって説明を試みている。**堂丸**らはアセトアルデヒドを気相で γ 線分解し，主生成物 CH_4, CO, H_2 を測定し，N_2O, C_2H_4, NO の影響をしらべ，ラジカル機構によって説明している。

横畑らは引続き放電化学と放射線化学との比較研究を行い，無声放電による抱水クロラール水溶液の分解をしらべ，Cu^{2+}, Br^- などの捕捉剤の効果も検討し，slow electron による放射線分解として理解できるとしている。**横畑**らはまた N_2O について γ 線と無声放電とを比較し，放電の場合，NO_2 の生成が多くなること，放電反応における吸収エネルギー測定に N_2O は不適当なこと，O^- を連絡員とする連鎖反応が起っているらしいことを示している。　（東ア研　**飯塚義助**）

炭化水素系

化学的方法による炭化水素系（水，アルコール系以外）での放射線化学の報告14件を，あらい見方ではあるが推定される主な反応活性種によって大別すれば，ラジカル，イオン，励起分子それぞれ同数程度であった。そのうちやや新しい傾向として，放射線により生じた励起状態を前駆体とする hot 水素生成機構が提起されたことが注目をひいた。すなわち，**籏野・志田**（東工大）は，昨年の討論会においてトランス-2-ブテンの液相放射線分解における H_2 生成に対して，hot 水素による機構を提案したが，さらに数種の化合物について行なわれた研究結果が今回報告された。すなわちエチレン，プロピレン，ブテン-1，トランス-2-ブテンでは，生成した“分子的水素”の中の約 7～8 割が hot H による水素ひきぬき

反応にもとづくが，（他は励起状態よりの分子的脱離による）エチレンではその割合が3割にすぎないことを示し，また，この hot H は超励起状態を前駆体として生成するとの考察を行なった。同様なテクニックによりシクロヘキセンでも hot 水素原子によると思われる HD 生成がみとめられた。また**井上**ら（東工大）は，エタンの気相分解においても生成水素の一部は hot H にもとづくことを示唆した。

一方イオンの反応としては，**丹野**ら（東工大）はネオペンタン，イソオクタン，イソブタンなどの飽和炭化水素の液相分解生成物に対する SF_6, CH_3NH_2 または NH_3 の添加効果を検討し，液相でもかなりの親イオンが（初期再結合以前に）断片化していることを示唆した。**木村**ら（名大工）は N_2O, ヨードベンゼンによるシクロヘキサン中の電子捕捉効率を室温（液体）と77°K（ガラ状ス態）で比較し，Freeman の理論を適用した解析を試みた。**志摩**ら（ノートルダム大）は種々の添加物の効果からスチルベンのシス-トランス異性化反応がアニオン連鎖機構によると推論した。**高椋**ら（阪大産研）は *o*-キシレンの気相分解を行ない生成物が光分解の場合と顕著に異なることを見出し，主としてイオン機構にもとづく反応機作の考察を行なった。また，**倉増**ら（原研高崎）はイソプロピルアルコール-四塩化炭素系の，**堀田**ら（原研高崎）はエチル・アルコール-エチレン系のラジカル連鎖反応について，それぞれ動力学的研究を報告した。また，**堂丸**ら（大放研）はアセト・アルデヒドの気相分解を行ない，ラジカル機構にもとづく反応機構の考察を行なった。**平野**ら（都立大理）はベンゼン溶液中のアゾビスイソブチロニトリルの分解がベンゼンよりの励起移動によることを消光剤の添加により証明した。**松井**ら（理研）は従来よりの LET 効果の研究の一環として，サイクロトロン α 線によるテトラヒドロフランの分解反応の研究に着手し，その結果の報告を行なった。**高尾**ら（東工大）は，気体線量計あるいは電子捕捉剤として放射線化学で広く用いられている N_2O の分解を SF_6 存在下で行ない分解の約80%は励起機構によることを明らかにした。**岡**ら（東工大）は N_2 の放射線分解で N の G 値の大きいことに注目し，常圧付近で N_2-オレフィンの生成物分析を行なった結果，N_2 の増感効果は大きいが，N を含む化合物の生成は非常に小さいことを報告した。

（原研・大阪　**林　香苗**）

低温マトリックス

本年度の討論会の特徴の一つは，剛性マトリックスを用いた研究が多くみられたことであろう。似たような実験手段を用いながら，いろいろな観点からの幅広い研究がおこなわれた。見当ちがいの主観を述べることになるかもしれないことをご容赦願うとして，印象が鮮やかである間に，感じたことをかきとどめておきたいと思う。**東大工**では Xe をマトリックスとして用いることにより，マトリックス自身の分解の問題をとり除き，溶質へのエネルギー移動などの物理効果をみようと試みた。溶質のみの照射のときと異った生成物がえられたことは興味深いが，溶質の溶存状態をより明らかにすることなど今後に残る問題もあるものと見受けられた。マトリックス法を用いて安定化させる中間体として興味あるものの一つとしては，広義の溶媒和電子があるが，この問題に関して**京大原子炉**では水-アルコールおよびアルカン類をマトリックスとした場合の溶媒和電子を電子吸収スペクトルおよび ESR によってしらべている。安定化の機構，溶媒和電子の構造など，微視的描像がきわめてあいまいな現状からみて，マトリックスの組成や剛性をかえて電子捕捉の機構との関連をさぐる試みは当を得たことと考えられる。**名大工**ではマトリックス中の溶質と電子との反応を研究し，知られているように，電子は溶質に付加してアニオンラジカルをつくるか，または解離反応をひきおこすかのいずれかであることを数種の化合物について確認した，彼らの研究例でもみられるようにESRと分光学的方法を併用することによって，かなり明確な推論ができることがマトリックス法の一つの特長といえよう。**京大工**ではその歴史的事情からマトリックス法を応用して重合機構の解明を目論んでいるが，溶質濃度が小さいと重合反応との関連が必ずしも直接的とはいえない。しかし，ビニルモノマーという化学的に活性な化合物が，マトリックスに生ずる電子，または，正孔の強い電子還元，または酸化をうけてどのように変化するかという点で，一般的興味をひくものと思われる。**名大工**および**理研**では，含硫飽和化合物もまたマトリックス中で安定なイオンラジカルを生ずることを報じているが，この例のように γ 線照射ではじめて生成しうるような中間体を構造化学，分光化学などの立場からもしらべるということは，放射線化学を小部門にとじこめないようにする意味からも意義があろうかと思う。

つぎに ESR 関係では**栗田**らの対ラジカルの観測を発展させた**名工試**の研究が注目をひく。CH_2FCONH_2 を試料にえらんだことが異種ラジカル対の発見をもたらせたわけであるが，対ラジカルの生成個所，昇温効果などを通して，放射線化学的見地からも興味深い系である。さらに無水マイレン酸結晶におけるイオン対ラジカルの生成も，結晶中のイオン種のふるまいに関して，一つの知見をあたえるものである。一般に結晶中では，非晶質固体に比べてイオン種の生成収率は低いのが通例である

が，この系のように，構成分子自身が充分な電子親和力と，低いイオン化電圧をもちアニオン，カチオン双方が安定中間体となりうる系では，結晶中でもイオン種生成の収率は充分高くなることがうかがわれる。このことは，**京大理**の含硫アミノ酸結晶中のイオンラジカル生成の報告についもいえる。この例では，さらにアニオンにおける分子内電荷移動の様子が紹介されている。そのほか ESR を用いた実験として，**原研**では凍結水溶液中のH原子の挙動に関する研究がなされた。この分野はマトリックス関係では一番おそく着手されたこともあって今後，多くの実験を重ねる必要と，それに応じた収穫があることと思われる。　（理研　**志田忠正**）

高　分　子

10月27日（第2日目）早朝より**団野**(原研高崎)が“放射線グラフト重合による改質”と題して，最近の世界各国における放射線グラフト重合について応用開発の立場から概説された。現在まで，すでに工業化されたものは，アクリル酸をポリエチレンにグラフトして接着性を向上する（米国，Dow 社），テフロンに同じくアクリル酸をグラフトして半透膜を製造する方法（フランス，Chapiroらの研究に基づく），また最近のポリエステル-綿の混紡布にアクリル酸，メチロールアクリルアミド等をグラフトして汚れ防止加工，パーマネントプレス加工をする方法(米国 Deering, Milliken 社)などを紹介された。またポリ塩化ビニルをスチレンで混和して，常温または加熱下に放射線照射を行なう方法など，大変興味深く拝聴した。講演後，真のグラフトポリマーの分離，同定などに関して質疑応答があった。高分子関係の研究発表は全体数の20%に満たず，かつ第2日目の午後おそくであったが，熱心な参会者が多数出席していた。**布目**ら(名工試)の講演は，ポリプロピレンへのスチレンの気相グラフト重合に関して，主として活性点の挙動を ESR によって追跡したものであり，ひきぬき反応によって生成するP・ラジカルの重要性を強調したものである。**筏**（京大）はポリビニルアルコールの放射線グラフト重合に関する報告は，従来の研究では真のグラフトポリマーが単離，同定されているかどうか，グラフトポリマーの構造はどうなっているかという基本的な問題に関して不充分であることを述べ，氏自身の PVA-スチレン系，PVA-MMA系についての綿密なグラフトポリマーの分離，同定，その構造についての実験結果を報告した。今後この方向への研究が大いに望まれるところである。このような研究はグラフトポリマーの応用を見つけ出すことにおいても，このような基礎的な研究は，非常に貴重であることを痛感した。**釼**，**福元**ら（大阪研）は，放射線ラジカル重合反応において酸素の存在が，開始反応，停止反応の機構に影響を及ぼすことを動力学的研究から明らかにされた。**岡田紀**（原研大阪）の研究はポリエチレン分子の末端に存在するビニル基の室温，照射における消失反応に関するものであり，反応の動力学的解析の結果，ビニル基の消失反応はイオン機構であると仮定すると，ビニル基の消失反応に先立つイオン化反応の効率は，分子量に比例するという結論を得た。**岡田**実，**荒木**(原研高崎)は，ポリエチレンにブタジエンとスチレンを共グラフト重合するさいのブタジエンとスチレンの反応性比に関して研究した。みかけのモノマー反応性比は，通常の共重合反応におけるそれと較べて，ブタジエンについて高い値が得られることから，ポリマー中に吸着されるブタジエンのモル分率は，みかけのモル分率よりも大きいことを推定した。**清水**ら（東ア研）はポリエチレンに気相で塩化ビニリデンをグラフト重合させ，気体透過性および溶媒透過性の少ない生成物を得た。報告は主として気相グラフト反応の動力学についてなされた。

（原研・大阪　**岡田紀夫**）

討論会をかえりみて

この討論会は数えて10回になりますが，放射線化学会が発足してからは2回目の会で，「放射線化学の基礎過程(低分子)」と「高分子化合物の放射線化学（架橋，グラフトなど)」の二つの主を討論主題として 2日間極めて活発な討論のもと，特に基礎的分野の面に多くの討論が集中した形で，会が終始したことは誠に有意義で特筆さるべきことといえましょう。次に今回は，会として始めての地方進出で，これも一つの特徴というべきものです。

さてレポートといえば当然，2日間の討論の内容にふれる必要があるのですが，正直なところ，会場に席の暖まる暇もなかった(?) ので，これは他の適任者に委ねることとし，ここでは雑感を記して責を果すことにします。最初に苦心談から申しますと，第一の悩みは，いうまでもなく発表件数と参加者数を予想しての会場の選定の問題でした。私としては従来から休憩室，コーヒーショップあるいは，小談話室の必要性を痛感していましたので，これらの条件を満たすものにポイントをおいたわけです。広島大学会館の予約でこの問題は氷解し，いや氷解できるものと確信していましたが事実，会場に関する限りは思惑どおり成功したものと喜んでおります。予想に反したことは尤大な件数の集りで61件，1会場2日間で処理できるかどうか頭を痛めた次第。学会事務当局とも打合せの上，一時は2会場を真剣に考え，容易に決心のつきかねるままにいたずらに時日を重ねるばかり，

結局は発表題目の内容と，先の条件を満たす会場を二つ，しかもごく近接してということの困難さより，再び1会場ということに落着した次第です。そのしわよせは当然のこととして発表時間の短縮，および1日約9時間という猛勉強を強いることとなり，各位に大変御迷惑をおかけしたことと存じます。この紙上をかりて，改めて深くおわび致します。もっとも中止が4件あり，これが幸して両日ともおおむね予定時刻内に終了でき，深刻な状態におちいらなかったことだけは全く幸運でした。幸運といえば，要旨集の印刷部数の結末で，これも全くの予想どおり，懇親会の参加者も……という訳で，会全体を通じてスムースに運営できたことを喜んでおります。次に話題を変えて感想を二つ三つ。

その一つは，依然として放射線化学の分野に意欲的にとりくんでいる大学の数の少ないことです。その原因は勿論指導者の絶対数の不足とか，照射設備を設置するには余りにも乏しい講座予算の問題とか，数えれば限りはないでしょうが，これが打開策として妙案はないものでしょうか，つくづく考えさせられる問題です。

広島での今回の開催は，放射線化学の意義，現状を専門外の化学者に訴える点では非常に効果的でした。北海道，九州，仙台など地方進出も今後の研究課題でしょう。上に述べた打開策の一つとしても意味あることと思われます。その二つは，設備のあるところに研究の自由なし，研究の自由あるところに設備（予算）なし，の現状の打開策についてです。共同利用的性格をもつ大学付属の放射線化学研究所の望まれるのも大いに理由のあることと思われます。

身にあまる夢はともかくとして，本討論会開催を通じて学会事務当局各位，座長，招待講演者，発表者の各位，日本化学会の四国支部事務当局各位には負うところ極めて大きく，ここに厚く謝意を表する次第です。また広島大学工学部の応用理学教室，応用化学科，化学工学科所属の各位の協力を得たことも会の運営上，みのがせない助けの一つでした。併せて謝意を表します。

（広島大　**津田　覚**）

本会記事

◇第7回理事会

昭和42年10月25日午後5時より広島の第一生命ビルで10名の役員が出席して開催。次の各項について審議した。(1) 新入会員および退会申出会員の承認，(2) 経過報告（事務局，第2回日米放射線化学会議の準備状況）の承認，(3) 次回討論会を東京で開催する件，(4) 昭和43年4月より本会事務局を東京工大に移転する件，(5) バートン教授，放高協東京研究所よりの寄付金の取扱方法の件，(6) 第10回放射線化学討論会への追加補助金の件，(7) "放射線化学" Vol. 3, No. 5 の編集の件，(8) 次期役員の件，(9) 外国に在住する会員の会費の件。なお顧問として桜田一郎氏を追加した。第7回理事会で入退会を承認された方々はつぎの通りです。

〔正会員8名〕

岡田紀夫，小林繁雄，佐々木隆，関口秋雄，田村直幸
岡本重晴，筏　義人，中野創一

〔学生会員9名〕

藤崎　登，高尾　哲，新坂恭士，浜　義昌，森内修二
木村豊明，落合　満，野呂保之，鈴木　博

〔退会2名〕

古永捷慶（学生会員），原　文宏（正会員）

◇　理事会議事録にもありますように理研の放射線化学研究室が埼玉県大和研究所への移転を機会に次回総会の承認が得られれば，昭和43年4月より本会の事務局を理化学研究所より東京工業大学へ移転することになります。当分の間事務上の混乱があるかもわかりませんが，あしからず了承下さい。

編集後記

本号も執筆者の方々のご協力によって興味ある内容のものにすることができた。放射線化学討論会とアイソトープ会議の記事を分担された方々は会期中だいぶ束縛されたことでしょう。本会記事の中にもあるように，本会事務局が理研から東工大に43年度より移る予定である。この二年間で本会の体制も大体整い，経済的基盤の確立の兆も見え始めてきたが，これらは理研の事務局の方々のご努力に負うところが多い。特に本誌の発行は専従職員のいない本会ではなかなかの重荷である。本会がさらに生長するためには，何らかの形で全会員に魅力的な会に育てる必要があろうが，これからの活動が期待される。

（堀田　寛）

放射線化学　第3巻第5号

昭和43年3月10日印刷
昭和43年3月15日発行

発行所　日本放射線化学会
東京都文京区本駒込2-28-8
理化学研究所
放射線化学研究室内
電話(941)1141(代表)-(10)
振替口座　東京46664番

編集発行人　堀田　寛
制作　株式会社大同アドセンター
東京都渋谷区千駄ケ谷4-20

本会会員名簿

■賛助会員

名称	所在地
旭化成工業株式会社	東京都千代田区有楽町1—12—1
倉敷レイヨン株式会社	大阪市北区梅田8 新阪急ビル内
昭和電工株式会社	東京都港区芝宮本町34
住友原子力工業株式会社宝塚放射線研究所	宝塚市蔵人字末成
住友化学工業株式会社	大阪市東区北浜5—15
住友電気工業株式会社	大阪市此花区恩貴島南之町60
積水化学工業株式会社中央研究所	大阪府三島郡島本町大字広瀬
ダイセル株式会社中央研究所	埼玉県入間郡大井村大字鶴ケ岡171
東洋レーヨン株式会社	滋賀県大津市園山町3—2—1
東洋紡績株式会社繊維研究所	滋賀県滋賀郡堅田町大字本堅田1300
東京芝浦電気株式会社	川崎市堀川町72
日本原子力研究所	東京都港区新橋1—1—13
日本原子力事業株式会社NAIG総合研究所	川崎市末広町250
日本電信電話公社電気通信研究所茨城支所	茨城県那珂郡東海村
古河電工株式会社中央研究所	東京都品川区二葉2—9—15
三菱原子力工業株式会社研究所	埼玉県大宮市北袋町1—297
三菱化成工業株式会社	東京都千代田区丸の内2—4
三井石油化学工業株式会社	東京都千代田区有楽町1—12—1
Radiation Chemistry Data Center, Radiation Laboratory, University of Notre Dame	Notre Dame, Indiana 46556, U.S.A.