

雜 感

工 学 ・ 時 間 ・ 人……………野 崎 弘

せまくて、短い経験ではあるが工学上の難問題というものをみると窮極の処、問題は「時間」に帰着するように思われる。

一定の目的を達するのに、無限の時間をかけてもよいとか、あるいは一瞬間だけその状態であつてくれればよいというのなら、大ていの場合解答は可能である。それを有限の時間内に目的を達しようとするところに難問題が生ずるようである。

結論はこれだけであるが、以下その理由とするところを述べてみる。

そもそも「問題とは何か」が問題だが、ここでいう問題とは、人間生活に関係のある、ある目的（特に人間に結びついた）のために、物質をよせ集めて高度の構造と機構を作り出そうとするか、またはできる限り多量のエネルギーをその中に盛り込まんとするかの問題に限定しよう。高度の構造と機構といっても、元素から蚊一匹を作り出そうなどの興味本位の問題もあつて、この種の難問題も限りなく存在するわけだが今は除外することにする。

あまり抽象論では意味が通じない恐れがあるから、少し具体的に考えてみる。たとえば亀山先生の提出された難問題「海水よりの製塩」にしても、塩 1 ton を作るに何年かかつてもよいというのであれば、問題は解決し難問題ではなくなるのである。そのわけはこうである。

海水より塩 1 ton を作るには、いかなる方法をもつてするも、ある一定のエネルギーと時間を要することは明かである。そしてこのエネルギーがある値以上であつたり、またそのエネルギーは小さくても、時間がかかりすぎるとは意味をなさなくなることも説明の必要もないことである。ところが通常はエネルギーだけが問題にされるようにみえる。この見地から、わが国の状態（地勢、工業経済のすべてを含めて）では、エネルギーが乏しく高価であるため海水よりの製塩は困難であると考えやすい。しかし必要な時間を無視し、消費するエネルギーだけについていふのであるならば解決されるのである。終戦直後行われた電気製塩では塩 1 ton 作るに 5~6 万キロワット時を要したが、現在試験中の蒸気圧縮法では 2~3 千キロワット時とすくなくなった。イオン交換樹脂を用いる試みもある。これらの方法をもつてしてもエネルギーの点で未だ解決されないのであるが、熱力学的計算による必要な最小エネルギーは塩 1 ton につき約 200 キロワット時である。もしこの値まで消費エネルギーが少くなればエネルギー面では一応解決されたことになる。これは単に計算だけでなく、時間を無視すれば 200 キロワット時で塩 1 ton 作ることも実際に可能なことである。ただし現在の方法では、非常に時間がかかるのである。つ

まり最小の必要エネルギーで、無限時間を要してよいのであれば問題は解決し、同じエネルギーで、しかも短時間に行わせようとするときに難問題が生ずることになる。

以上の例では必要エネルギーを一定におさえて、目的物を短時間に得ようとするときの難問題であるが、物質の構造が複雑であるために、短時間に目的を達し難いことがある。たとえば食物ができる場合がそれであると思う。食物の代表者炭水化物はもとをただせば、水と炭酸ガスなのであるが、この炭素、酸素、水素がある構造をもつて結びついているので、人為的にこれを作ることは現在困難な問題である。周知のように、光合成の問題として、相当これに力を注いでいるグループがあり、微量なら水と炭酸ガスとから炭水化物ができたとの報告もある。しかしいまのところ自然の力による農作物、海産物に頼っているわけである。天然の力による以上これが生成には一定時間はどうしても必要である。米なら半年はかかる。これを人類生存の必要上から、単位時間にもっと多量得ようとしてみる。食糧のとれる速度を、天然にせよ、人工的にせよ如何なる方法でもよいから、これを 10 倍、100 倍にしようとしてみる。これができれば戦争もなくなるほど大したものであるが、これがまたひどく難問題である。この理由は得ようとする物質の構造が複雑であるため、生成のための時間短縮が困難なのであると思う。

このようにエネルギーと時間、構造と時間というふうに考えたが、エネルギーといい、構造というも一般にはこの二つは切り離すことができないものが多く、これらが融合して必要エネルギーを最小ならしめんとする問題を提供し、更に目的を達するための時間短縮を行うとするとところに難問題が生ずると考えられるに至るのである。

では何故時間短縮をせねばならぬか。時間を無視すれば、エネルギー面では大体解決できるものであるから、時間短縮せねばならぬ根源を除いてしまえば難問題の解決となるはずである。したがって、その根源をつきとめることがいまの場合重要なことである。

この根源は何によるのであらうと考えてみると、途中の説明は略すが畢竟は前述のエネルギーと時間の問題が人間の生存とか意欲とかに結びついているためと思える。

工学の問題とはおよそ縁遠いようで、実は相当密接な関係があり、素朴ながら根強い人間的欲求が問題の根源ということになる。よつて難問題の解決には時間を一つ飛びこえれば人間的欲求の解決にまつてもよいことになる。人間的欲求の変革を要求する人間本質の改造が南原前総長のいわゆる人間革命と解釈されこれ

(29 頁へ続く)

むすび

たがい境界を接して存在する2つの相の間にその領域の急激な争奪が起る現象は、一種の破壊現象であると同時に、また成長の現象でもあり、この2つは多くの類似した特質を持つている。その一つは統計的な性格がいちじるしく現われるということである。実際、上述の破壊強度に関する問題は、金属材料のみならず^{34), 35)}、電気的な破壊現象である空気中の放電^{5), 36), 37)}、透電破壊⁴⁸⁾、マサツ^{39), 40)}のような現象にも共通したものであり、また、このような立場から結晶の成長を調べてゆくことも興味ある問題となるであろう。現在、物性論で取り扱われているものは、多くの原子、分子もしくは電子、核子等の集団の平均としての行動が問題となるような種類の現象が多いのであるが、破壊現象においては、平均値そのもののほかに、平均値からのずれの一つ一つが問題となつてくる。物性論において重要な問題となるべき材料の破壊に関しては、さしあたりいちじるしい種々の揺らぎ量を統計的立場から忠実に調べ、更にこれから破壊の機構、物質の内部構造の追及にまで入つてゆくことが一つの行き方となるであろう。こゝでは割れ目の物理学が中心課題となることが予想される。今まで述べてきたことから、破壊現象に関するこの根本的な問題について本質的な解決が得られたわけではないが、それでもラセン階段を一周り昇つた位の展望はひらけてきたように思う。これがどの程度にまで適用、発展せしめられるかは将来の問題である。統計的な取り扱いが破壊現象を究明する上に必要かくべからざる手段であり、決して現象の真相をばかすものではない。また、統計的な物理量を、ある確定した量に対して一段と価値の乏しいものと考えることは正しくないであろう。

次に、上述の基礎的な方面と関聯して、応用分野でまず問題となるのは何といても破壊強度のことである。一般に、材料、構造物の強度については精密な計算が行われているにもかかわらず、最後に経験上導入された安全係数なるものが使用されているが、これは破壊強度の統計的性格を十分明らかにすればもつとはつきりとした基礎の上に解決されるべきものである。このことは、困難な問題ではあるが、技術の高度化と共に目的に応じて

(35頁から続く)

をもってすれば戦争か平和かの難問題も解決されるとするのであるが人間本質は変らなくとも、ある目的を達するための時間的問題の工学的解決ができれば、われわれをとりまく問題は解決しそうである。

なほ前例はすべて時間の短縮だけを問題にしたが、更に進んで時間の鑑詰のようなものができて時間が人の意のままになるとする。このときはおそ人間的慾求に変革が生れ人間革命、社会革命は必至である。

二大問題の一つ、エネルギーについての征服は見事

必らず考慮しなければならなくなるであろう。特に、衝撃的な力の働らく場合、すなわち、非常に短時間内に作用する大きな力、材料の高速度変形とそれに続く破壊とを定量的に追及することは、材料の破壊現象の研究分野において重要な課題となることが予想される。

最後に、本文を草するにあたり、種々御教示をいただいた平田森三先生にお礼を申しあげる。(1952・10・13)

文 献

- 1) R. N. Haward: The Strength of Plastics and Glass. (1949)
- 2) B. Epstein: J. App. Phys. 19 (1948) 140
- 3) J. L. Glathart, F. W. Preston: J. App. Phys. 17 (1946) 189
- 4) 平田森三: 機械の研究 1 (1949) 182, 231
- 5) 平田森三: 応用統計学 (1949) 11, 01
- 6) 平田森三: 統計数理研究 3 (1949) 57
- 7) 平田森三: 科学 7 (1937) 585
- 8) 久保田広: 応用物理 17 (1948) 286
- 9) 大森孝輔: 九大工学彙報 16 (1942) 239
- 10) 平田, 寺尾: 応用物理 20 (1951) 234
- 11) N. Terao: J. Phys. Soc. Japan 7 (1952) No. 6
- 12) 平田, 寺尾: 1992年11月物理学会講演
- 13) J. C. Fisher, J. H. Holloxon, D. Turnbull: J. App. Phys. 19 (1948) 775
- 14) J. C. Fisher: J. App. Phys. 19 (1948) 1062
- 15) D. Turnbull, J. C. Fisher: J. Chem. Phys. 17 (1949) 71
- 16) F. B. Hodgdon, D. A. Stuart, F. E. Bjorklund: J. App. Phys. 21 (1950) 1156
- 17) T. Yokobori: J. Phys. Soc. Japan. 7 (1952) 44, 122
- 18) J. A. Kies, A. M. Sullivan, G. R. Irwin: J. App. Phys. 21 (1950) 716
- 19) N. Terao, S. Okada: J. Phys. Soc. Japan. 7 (1952) 427
- 20) 平田森三: 応用物理 5 (1936) 386
- 21) 寺尾寛三: 応用物理 20 (1951) 109
- 22) W. Winkelmann, C. Schott: Ann. d. Phys. u. Chem. 59 (1894) 718
- 23) K. H. H. Müller: Zeits. f. Phys. 69 (1911) 431
- 24) G. Apelt: Zeits. f. Phys. 91 (1934) 336
- 25) K. Wirtz: Zeitr. f. Phys. 93 (1935) 292
- 26) A. Smekal: Ergeb. d. Exak. Natw. Bd. 15 (1936) 153
- 27) K. Mengelkoch: Zeits. f. Phys. 97 (1935) 46
- 28) M. Eichler: Zeits. f. Phys. 98 (1936) 280
- 29) G. Schumann: Zeits. f. Phys. 98 (1936) 605
- 30) 佐々木瓦: 応用物理 17 (1948) 234
- 31) 平田, 寺尾: 1952年4月, 物理学会講演
- 32) T. C. Baker, F. W. Preston: J. App. Phys. 17 (1946) 178
- 33) M. Hirata: Sci. Pap. J. P. C. R. 16 (1931) 172
- 34) T. Yokobori: J. Phys. Soc. Japan. 6 (1951) 78, 81; 7 (1952) 48
- 35) 熊谷, 本村: 機械の研究 2 (1950) 272
- 36) L. B. Loeb: Fundamental Process in Electric Discharge in Gases. (1939) 441
- 37) L. B. Loeb: Rev. Mod. Phys. 20 (1948) 151
- 38) H. Kawamura, M. Onuki, H. Okura: J. Phys. Soc. Japan. 7 (1952) 528
- 39) H. Nagasu: J. Phys. Soc. Japan. 6 (1951) 123
- 40) 曾田範宗: 科学 21 (1951) 270

になしとげられたとしてよく、それについては満足すべきものがあるが、その征服では人間革命を起すまでに至らないどころか、反って本来の動物の姿を呼び起すに役立っているように思える。これに反し以上述べたも一つの問題の時間またこれと同等の効果を發揮する何ものかの物理的、工学的解決方法に成功すれば、人間の本性をエネルギーによる効果とは反対方向への変革をもたらし、世上いわゆる難問題と称するものは無くなること請合であると結論される。(1952・10・25)