

若手エンジニアのための復刻版

棚沢 泰 先生の講義

「自動車機関学」

若手エンジニアのための復刻版

棚沢 泰 先生の講義
「自動車機関学」

日本液体微粒化学会

日本液体微粒化学会

若手エンジニアのための復刻版

棚沢 泰 先生の講義

「自動車機関学」

日本液体微粒化学会

棚沢 泰 著「自動車機関学」の復刻に際して

広島大学名誉教授 廣安 博之

この度、日本液体微粒化学会から、元東北大学教授、棚沢 泰 先生の『自動車機関学』の復刻版が発刊されると聞いて大変感激している。トヨタ技術には、先生の多くの雑文が載っている。これらは授業中に講義の一端として示された物であるが、詩があり、散文が有りこれらの方がおもしろい。序文として、講義中に我々に示されたものの一文を示しておきたい。

寺の鐘は弱く打てば小さく響き、強く打てば大きく響く。の如く。

棚沢先生は基礎的な事を、分かりやすく教えてくださった。難しいことは無視されるのかと思ったら、そうでなく質問すればするほど奥深く質問に答えてくださった。

本記の一文は先生が指された科学書の読み方である。参考になれば幸いである。

科学書の読み方（棚沢泰著）

(1) 小説や物語は面白いが、科学書は本質的に不倫決なものである。

小説とか物語などの娯楽の書では、人間生活の色々な面、エロとか、グロとか、人には話せないようなことを隠さず、露骨に曝露し、人間の好奇心や希望や空想を手軽に実現している。すなわち人間のある種の欲望を本能的に満足させるが、その感じは食欲を本能的に満足させるのと余りちがわない。

これらの本能を満足させるにはほとんど訓練を必要としないから、万人に面白く、歓迎されるのは当然である。ある人はこれを『原始的のたのしさ』とよんでいる。

ところが自然科学の本では、多かれ少なかれ、頭の中で『考える』という人間の高等な、原始的でない部分を使うから、本能的に愉快でないのは当然である。アルバート・アインスタイン (Albert Einstein) 教授ですら、その著『物理学の発展』(“Evolution of Physics”) という易しい本の序で科学の書物はどれ程通俗的であっても、小説と同じつもりで読むはいけませんといっている。

読者諸君、諸君も科学書が嫌だからといって悲観することはない。要はそのつもりで読むことです。

(2) 科学書は教科書、素養を高める本、辞書、研究論文の4つに分けられる。4つの中間体、すなわち辞書的に羅列した教科書、教科書的研究論文等は、読んでも労多くして益はない。辞書をA,B,C・・・と初めから読み始めたら貴重な一生を棒にふる間にも間に合わない。

素養の書とは自分の専門以外の教科書や随筆、小説をいう。

(3) 良書とは現在第一線で研究しつつある著者がその専門について自ら筆をとったものをいい、できればその著者はその内容を幾度も他の人々に教えたり、話したりした経験のあることが望ましい。

現に研究していない人の書物には、自然ににじみ出る活気がなく、他の人々に教えた経験に乏しい人の本には独りよがりの癖がでる。

(4) 昔から人々がほめたたえている古い良い本、いわゆる科学の古典は大人になってからは必ずしも読まなくても良い、ただ時に素養を高める書物としてひろい読みすべきである。しかし年の若い時、これらの書物に接すると、その少年少女の一生を支配することがある。

(5) 初めから30頁ぐらい読んで、その半分が大体理解できなければ、どんな名著であっても、その人には猫に小判も同然である。

(6) 良書を熟読するには、自分自身が著者になって、原稿に向かってペンを取っていると想像する。ものを理解したり、考えたりするには、どんな人でも多少の差はあるが、時間がかかる。

(7) やや程度の高い理解しにくい書物を読むときには一回まず通読し、続いて間髪をいれず再読に移る。

全体の景色を見ておいて、ある一部を熟視するのと、初めから一部分だけに首をつっこむのとでは感じがちがう。

(8) 再読のときは、一心に色々な場合を考えながら疑をもって納得行くまで熟読する。特に数式は自分の筆をとって計算する。三読の機会に恵まれたら、その本の内容を批判する。どんな著者にも必ず誤がある。なお記憶の程度を試験し、出来るだけ図の実物に接するようにする。

(9) 高尚らしい難解の書を良書と判断しないこと、ある日本社会の重役は私に、人に話をするときには人には分からぬが、自分にも分からぬ、高尚ぶった内容を添えると効果的であると忠告された。てらつてはいけない。

(10) 書物の価値を過大視し、読書そのものが勉強だとか、研究だとかの錯覚に捕らわれないこと。科学や技術の生命は本の中にはない。

ある人が日光の華厳の滝を知ろうと思って旅行案内を調べたところ、その高さや幅、水量までも詳しくわかった、しかし実際滝壺の間近に立って、天地をふるわす轟音、煙のように舞上がるしぶきの壮観に接して、内容書のもろもろの知識は一瞬にして吹き飛んだ。といている。

出典一覧

本冊子は、日本液体微粒化学会の20周年記念事業の一環として、液体微粒化研究の世界的な先駆者であり、液体の微粒化に関する国際会議 International Conference on Liquid Atomization and Spray Systems (ICLASS)の学術論文賞 Tanasawa Award(棚沢賞；詳細については微粒化, Vol.5-2(1996), pp.84-86 を参照のこと)の名称の所縁となっている(故)棚沢 泰先生の偉業を再確認するとともに、液体微粒化や関連分野の若手技術者・研究者の研究活動を奨励するため、「トヨタ技術」誌に昭和23年(1948年)から5年間にわたって連載された同先生の講義「自動車機関学」を、トヨタ自動車株式会社から特別の許可を得て複写・製本したものです。講義の内容を引用する際には、本冊子ではなく、必ず「トヨタ技術」における掲載巻・号・ページ番号を記してください。

日本液体微粒化学会

| 棚沢 泰 講義「自動車機関学」 | 「トヨタ技術」における掲載 巻-号(発行年), ページ番号 | 本冊子の ページ番号 |
|--------------------|----------------------------------|-------------------|
| (その1) | Vol.1-6 (1948), pp.176-184 | [1] – [9] |
| (その2) | Vol.1-7 (1948), pp.212-219 | [10] – [17] |
| (その3) | Vol.1-8 (1948), pp.249-258 | [18] – [27] |
| (その4) | Vol.1-9 (1948), pp.283-291 | [28] – [36] |
| (その5) | Vol.1-10 (1948), pp.324-332 | [37] – [45] |
| (その6) | Vol.2-1 (1949), pp.18-24 | [46] – [52] |
| (その7) | Vol.2-4 (1949), pp.90-98 | [53] – [61] |
| (その8) | Vol.2-5 (1949), pp.113-121 | [62] – [69] |
| (その9) | Vol.2-6 (1949), pp.148-159 | [70] – [81] |
| (その10) | Vol.2-7 (1949), pp.176-183 | [82] – [89] |
| (その11) | Vol.2-8 (1949), pp.212-219 | [90] – [97] |
| (その12) | Vol.2-9 (1949), pp.247-255 | [98] – [106] |
| (その13) | Vol.2-10 (1949), pp.281-286 | [107] – [112] |
| (その14) | Vol.2-11 (1949), pp.318-327 | [113] – [122] |
| (その15) | Vol.2-12 (1949), pp.342-350 | [123] – [131] |
| (その16) | Vol.3-1 (1950), pp.27-35 | [132] – [140] |
| (その17) | Vol.3-3 (1950), pp.105-115 | [141] – [151] |

| | | |
|--------|-----------------------------|-------------------|
| (その18) | Vol.3-4 (1950), pp.147-154 | [152] – [159] |
| (その19) | Vol.3-5 (1950), pp.181-187 | [160] – [166] |
| (その20) | Vol.3-6 (1950), pp.213-220 | [167] – [174] |
| (その21) | Vol.3-7 (1950), pp.238-244 | [175] – [181] |
| (その22) | Vol.3-8 (1950), pp.274-280 | [182] – [188] |
| (その23) | Vol.3-9 (1950), pp.409-417 | [189] – [197] |
| (その24) | Vol.3-10 (1950), pp.443-460 | [198] – [215] |
| (その25) | Vol.3-11 (1950), pp.483-491 | [216] – [224] |
| (その26) | Vol.3-12 (1950), pp.511-520 | [225] – [234] |
| (その27) | Vol.4-1 (1951), pp.22-38 | [235] – [251] |
| (その28) | Vol.4-2 (1951), pp.61-74 | [252] – [265] |
| (その29) | Vol.4-3 (1951), pp.94-103 | [266] – [275] |
| (その30) | Vol.4-4 (1951), pp.128-137 | [276] – [285] |
| (その31) | Vol.4-5 (1951), pp.182-190 | [286] – [294] |
| (その32) | Vol.4-7 (1951), pp.266-275 | [295] – [304] |
| (その33) | Vol.4-8 (1951), pp.302-311 | [305] – [314] |
| (その34) | Vol.4-9 (1951), 340-350 | [315] – [325] |
| (その35) | Vol.4-10 (1951), pp.376-384 | [326] – [334] |
| (その36) | Vol.4-11 (1951), pp.413-423 | [335] – [345] |
| (その37) | Vol.4-12 (1951), pp.444-452 | [346] – [354] |
| (その38) | Vol.5-1 (1952), pp.24-34 | [355] – [365] |
| (その39) | Vol.5-3 (1952), pp.79-87 | [366] – [374] |
| (その40) | Vol.5-4 (1952), pp.112-121 | [375] – [384] |
| (その41) | Vol.5-5 (1952), pp.137-146 | [385] – [394] |
| (その42) | Vol.5-6 (1952), pp.171-179 | [395] – [403] |
| (その43) | Vol.5-7 (1952), pp.204-214 | [404] – [414] |
| (その44) | Vol.5-8 (1952), pp.235-242 | [415] – [422] |
| (その45) | Vol.5-9 (1952), pp.265-273 | [423] – [431] |
| (その46) | Vol.5-10 (1952), pp.294-303 | [432] – [441] |
| (その47) | Vol.5-11 (1952), pp.326-334 | [442] – [450] |
| (その48) | Vol.5-12 (1952), pp.346-361 | [451] – [466] |

以上、48編

目次

([]内の数字は各ページ上部中央に追加した本冊子のページ番号)

第1章 自動車用原動機の展望

| | | |
|-----|--------------|--------|
| 1・1 | 動力の変遷 | [1] |
| 1・2 | 4サイクル・ガソリン機関 | [2] |
| 1・3 | 2サイクル・ガソリン機関 | [5] |
| 1・4 | 4サイクル・重油機関 | [6] |
| 1・5 | 2サイクル・重油機関 | [8] |
| 1・6 | 特殊機関の興亡 | [10] |
| 1・7 | 機関の型式と呼びかた | [16] |
| 1・8 | 研究問題 | [17] |

第2章 出力と効率の概念

| | | |
|------|-------------|--------|
| 2・1 | 本章で取扱う諸問題 | [18] |
| 2・2 | シリンダー内の圧力変化 | [18] |
| 2・3 | 出力を求める式 | [22] |
| 2・4 | 出力に関する特性値 | [26] |
| 2・5 | インディケータの原理 | [28] |
| 2・6 | インディケータの構造 | [37] |
| 2・7 | 出力の測定法 | [58] |
| 2・8 | 熱機関の効率の定義 | [82] |
| 2・9 | 効率と出力の関係 | [84] |
| 2・10 | 機関の特性曲線 | [85] |
| 2・11 | 研究問題 | [89] |

第3章 燃料の概念

| | | |
|-------|--------|---------|
| 3・1 | 燃料とは何か | [90] |
| 3・2 | 燃焼とは何か | [90] |
| 3・3 | 固体燃料 | [92] |
| 3・4 | 気体燃料 | [94] |
| 3・5 | 液体燃料 | [98] |
| 3・5・6 | 研究問題 | [106] |

第4章 熱サイクル論

| | | |
|------|--------------------|---------|
| 4・1 | 応用熱学とは何か | [107] |
| 4・2 | 熱の本体 | [107] |
| 4・3 | 熱力学とは何か | [109] |
| 4・5 | 気体の状態式 | [111] |
| 4・6 | 蒸気の状態式 | [113] |
| 4・7 | 熱力学の第1法則 | [117] |
| 4・8 | 第1法則の応用例とエントロピーの導入 | [123] |
| 4・9 | 熱力学の第2法則 | [127] |
| 4・10 | 第2法則の応用 | [132] |
| 4・11 | 熱力学に使われる数学的手段 | [137] |
| 4・12 | 空気標準サイクル | [141] |
| | 「自動車機関学」質疑応答 | [151] |
| 4・13 | 気体分子運動論による比熱の理論 | [152] |
| 4・14 | 量子論による比熱とエントロピーの理論 | [167] |
| 4・15 | エネルギー・エントロピー線図 | [202] |
| 4・16 | 熱化学方程式の意味 | [216] |
| 4・17 | 熱解離の影響 | [225] |
| 4・18 | オットー機関の理論的性能 | [235] |
| 4・19 | ディーゼル機関の理論的性能 | [260] |
| 4・20 | サバテ機関の理論的性能 | [266] |
| 4・21 | 内燃機関サイクルの改良 | [271] |
| 4・22 | 応用熱力学とその将来 | [273] |

第5章 自動車機関の構成

| | | |
|-----|----------------|---------|
| 5・1 | 自動車の分類 | [276] |
| 5・2 | 台車の構造 | [280] |
| 5・3 | 走行抵抗 | [286] |
| 5・4 | 走行抵抗に対する発動機の適合 | [295] |
| 5・5 | 研究問題 | [314] |

第6章 空気清浄器

| | | |
|-----|-------------|---------|
| 6・1 | はしがき | [315] |
| 6・2 | 空気清浄器の構造と作用 | [315] |
| 6・3 | 完全流体の力学 | [316] |

| | | |
|------|----------------|---------|
| 6・4 | 金網によるじんあい除去の理論 | [326] |
| 6・5 | 渦巻の力学 | [331] |
| 6・6 | 複素関数による二次元流の解法 | [335] |
| 6・7 | 渦巻によるじんあい分離の理論 | [340] |
| 6・8 | 清浄器の消音作用 | [343] |
| 6・9 | 清浄器の逆火防止作用 | [343] |
| 6・10 | 清浄器の製造法 | [343] |
| 6・11 | 研究問題 | [345] |

第7章 気化器

| | | |
|------|---------------|---------|
| 7・1 | 燃料系統の構成 | [346] |
| 7・2 | 気化器の目的 | [347] |
| 7・3 | 機関に適する混合比の決定 | [349] |
| 7・4 | 管内の流れと流量の測定法 | [352] |
| 7・5 | 液体を微粒にする方法 | [366] |
| 7・6 | 微粒化状態の撮影法 | [368] |
| 7・7 | 微粒の大きさとその測定法 | [395] |
| 7・8 | 微粒群の大きさの表しかた | [415] |
| 7・9 | 微粒の運動 | [423] |
| 7・10 | カーター気化器の構造と性能 | [432] |
| 7・11 | ソレックス気化器の構造 | [440] |
| 7・12 | 気化器を構成する要素 | [442] |

最終ページに、自動車機関学の講義が予定の半分に達したが著者の都合によりしばらく連載を休む旨の記述がある。しかし、残り部分は「トヨタ技術」のバックナンバーを探しても見つからなかった。

講 義

自動車機関学

東北大学教授 棚 澤 泰

第1章 自動車用原動機の展望

1.1 動力の変遷

西暦紀元前 200余年の昔、アルキメデス (Archimedes) はその祖國シラクサのため大きな凹面鏡を作り太陽光線を集めて、ローマの軍船を焼こうとしたとゆ

う。
イタリアのラルデロ発電所ではベスピアス火山の地熱を利用して数千キロの発電に成功した。

オランダの砂丘にまわる風車。

アメリカ・コロラド溪谷のボルダー・ダムに設けられた水力タービン等。

自然が提供するエネルギーの姿はまことに雄大である。

しかし太陽熱、地熱、風力、水力、そのほか、自然

の温度差、潮の干満等自然現象をそのまま動力に使う場合は、何かしら装置が大きな割合に得られる動力は貧弱である。

しかも自然の気まゝのため、我々の欲しいときに適当な動力を取出すことが出来ない。

自然のエネルギーを小さく圧縮して蓄へておき、必要な場所、必要なときに取出すことは出来ないであろうか。

現在これに答へるものは石炭と石油とその燃焼である。

第1表のような動力の発明史の一頁を繰りひろげてみよう。

1705年にはニューコメン (Thomas Newcomen) が幼稚な蒸気機関を発明し、ワット (James Watt) はこれに大改良を加へて今日のようなものにした。

フルトン (Robert Fulton) は同案多数の中から僥幸にも発明者の名を獲得、ステブンスン (George Stephenon) は蒸気機関車を完成した。

ドラバル (De Laval) とパーソンズ (Charles Algernon Parsons) はそれぞれインパルス型と反動型の蒸気タービンを発明した。

しかし蒸気原動機は石炭や石油をエネルギーの源としているにもかかわらず重量が重く、1馬力を出すのに少なくとも100kgの重量を必要とする有様で、1馬力時あたりの燃料消費量も多い。

電気工学の方面でも電解による動力の蓄積、例えば蓄電池や可燃ガスの電解や、有線、無線による動力の輸送を試みているが、まだまだ石炭や石油程こぢんまりさせることが出来ない。

結局ルノアール (Pierre Lenoir), オットー (Nikolaus August Otto), ディーゼル (Rudolf Diesel) 等の努力によつて完成した。燃料を機関の

第1表 動力に関する発明年代表

| 年月日 | 発 明 者 | 発 明 した も の |
|------|-------------------------------|---------------|
| 1705 | Thomas Newcomen (英) | 蒸気機関 |
| 1769 | James Watt (英) | 復水式蒸気機関 |
| 1783 | J.A.C. Charles (佛) | 気球 |
| 1807 | Robert Fulton (米) | 蒸気船 |
| 1814 | George Stephenson (英) | 蒸気機関車 |
| 1827 | Benoit Eourneyron (佛) | 反動水力タービン |
| 1860 | Pierre Lenoir (佛) | ガス機関 |
| 1870 | Pelton (米) | インパルス・水力タービン |
| 1876 | Nikolaus August Otto (独) | 4サイクル・ガス機関 |
| 1880 | Dugald Clerk (英) | 2サイクル・ガス機関 |
| 1883 | De Laval (スエデン) | インパルス蒸気タービン |
| 1884 | Charles Algernon Parsons (英) | 反動蒸気タービン |
| 1886 | Gottlieb Daimler (独) | 4サイクル・ガソリン機関 |
| 1886 | Gottlieb Daimler (独) | 自動車 |
| 1890 | Herbert Akroyd Stuart (英) | 2サイクル重油機関 |
| 1893 | Rudolf Diesel (独) | 4サイクル・ディーゼル機関 |
| 1901 | A.A. Scott (英) | 2サイクルガソリン機関 |
| 1903 | Wilbur and Orville Wright (米) | 飛行機 |
| 1937 | Max Hahn(独), Frank Whittle(英) | 航空機用ガス・タービン |
| 1938 | Otto Hahn (独) | ウラニウム235の核分裂 |
| 1939 | Brown Boveri 会社 (スイス) | 等圧燃焼ガス・タービン |
| 1943 | Werner von Braun (独) | V1号, V2号 |
| 1945 | アメリカ原子力研究委員会 | 原子爆弾 |

カカーター気化器会社ではおそらく徹底的な研究を行つたと想像されるが、何分ベンチュリ管が3重となれば、それだけ気流の流動に対する抵抗も多く、機関

の吸気率も下るから、中央ベンチュリ内の気速を上げて、微粒化を良くしただけで果してつぐなえるかどうか、定量的な結果を知りたいものである。

(追記) 自動車機関学もこの48号でようやく予定の半分に達しました。

ところが最近筆者の都合によつて、しばらくの間他の著述に従ふこととなり、今までの執筆時間が失わ

れ、連続掲載が不可能となりました。

そのため編集者各位および読者子に御迷惑(あるいは逆かも知れませんが)をかけますが、その著述の完成まで、しばらく休ませていただきます。

著者誌す

若手エンジニアのための復刻版

棚沢 泰 先生の講義「自動車機関学」

平成23年 8月31日

〈非売品〉

企画・製作 日本液体微粒化学会

事務局（株式会社学術出版印刷内）

〒554-0022 大阪市此花区春日出中 2-4-9

Tel.06-6466-1588 Fax 06-6463-2522

出典 トヨタ技術（トヨタ自動車工業株式会社編）

第1巻・第6号（昭和23年）～第5巻・第12号（昭和27年）

複写製本 株式会社学術出版印刷

〒554-0022 大阪市此花区春日出中 2-4-9