

四分法 ① 粉碎仕事法則の微分方程式

四分法 ② 第二版を詳しく調べてみた

四分法 ③ なぜルイスの式って呼ぶの

四分法 ④ ルイスの式という用語の謎

(四稿を一括で掲載することを想定しております)

MW^{1*}

1 千葉大学 工学部物質科学コース

(〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33)

1 [粉碎に要する仕事量の諸法則を微分して一般化した方程式](#)が、米国の
2 “*Principles of Chemical Engineering*” という書物の[第三版（1937年9月）](#)に出
3 ていることは国際的にもよく知られている。原典の[第9章 255 頁](#)には “ $dE =$
4 $-CdL/L^n$ ” と記されていて、 E は仕事量、 C は比例定数、 L は粒子径、指数 n の
5 範囲は $n \geq 1$ となる（ちなみに微分方程式を解いた形も $n > 1$ の場合で一般化し
6 である）。

7 ところで、この『化学工学の原理』の前の版では該当箇所がどう記述されて
8 いるのか。[本誌では第38巻 355 頁で神田良照先生が「手元に本がないためわか](#)
9 [らない」とされていた](#)が、それから20年以上が過ぎた。つまり一般式が、いつ
10 頃から提案されたのかは[不明なまま](#)ということ…。

11 一昨年（2019年）の9月2～3日、一念発起して自分で調べてみた。手元に本がないのは
12 私も同じ。でも近年は、電子化された資料をオンラインで読めたりする。まずは
13 図書館にも行かずに、冷房の効いた自宅でピコピコと検索を始めた。

14 [第9章なのは同じ。初版（1923年5月）から第二版（1927年9月）の第2](#)
15 [刷](#)までは276頁で、粒子径の逆数で表現されたリッティンガーの法則と、粒子
16 径の対数で表現されたキックの法則との間に位置するような数式表現の案出を
17 期待させる書き方となっていた。ところが（まさかと思ったが）、[第二版5刷](#)
18 では内容的に改訂されていて、両法則を一般化して含められる微分式が実際に
19 提案されて、 $n=1$ の場合に[キック則](#)、 $n=2$ の場合にはリッティンガー則を導
20 出できること、また $n > 1$ での一般解まで提示したうえで締めくくられてい
21 た。

第二版の第3刷や第4刷は自宅からオンラインで閲覧できる資料が見つからなかった。そこで9月4日の月曜日以降、第二版を所蔵している各国公立大学の図書館に電子メールで連絡して、第何刷のものであるのかを尋ねていった（他に手段がないし…）。すると岩手大が第9刷、北大が[第5刷](#)、山口大が[第1刷](#)、滋賀大が第7刷、そして阪大の総合図書館には第3刷があるとのこと
で、必要箇所の複写を取り寄せてみることにした（私費だけど…）。

結局、この第3刷から一般式が加筆されていたと確認できた。また蔵書印によると「大阪工業大学図書館」や「昭和5.9.15」と記録されている。つまり元々は阪工大が1930年9月15日に受け入れた資料のようだ。だとすると、この日付までには第3刷が出版されていたことになり、国際的な通説の1937年よりも7年は早く、粉砕仕事法則の一般式が提案されていたことが判明したのだ。ちなみに、第3刷（九大や京都府立大学にも所蔵）から第9刷までには内容の大きな違いはなさそうだが、句読点の打ち方など細かい違いがあることは滋賀大からの指摘だった。

ところで[『粉体工学用語辞典』の初版（1981年）](#)ではどんな説明だったのかが気になった。[見出し語「ルウイスの式」の項では「最初の化学工学の教科書といわれる…中略…“Principles of Chemical Engineering”（1923）中でLewisが提案した…」](#)となっているから、まず1923年という所が問題となる。すると[第二版（2000年）](#)では曖昧にしてあると感じるから、[当時の神田先生](#)は、そのことを心配されていたのではと想像する。

わが国には、海外とは違って、このような微分式を「Lewis の一般式」や「[ルイスの式](#)」のように呼ぶ独特な慣習があるが（本誌、[第 2 巻 397 頁](#)；[第 21 巻 652 頁](#)；[第 30 巻 520 頁](#)），なぜだろう，どうしてだろうと疑問を抱いていた。まず第一に，出典とされる『化学工学の原理』[第三版の前書きには，第 3～4 章の微修正を除いて，この版の改訂に第二著者の Lewis 博士は協力していないと記されているのに…](#)（*Nature*，[第 141 巻 459～460 頁](#)）。

今回，1930 年頃には既に第二版 3 刷で一般式が提示されていたことを確認した。この本は章ごとに執筆者が分かれたりはしていないから，素直に第二版までの著者三人，ウォーカー，ルイス，マクアダムズの名前を付けて呼べばよいのでは，[第三版から著者に加わった四人目のギリランドの名前は必要ないだろう](#)と安心した反面，やっぱり，一般式を案出したのがルイスだった可能性がないとまでは言えなくなってしまった…。そこで，[ルイスに関する伝記の類](#)（ギリランドによる *Chem. Eng. Educ.*，[第 4 巻 156 頁](#)など）を色々と調べてみたけど，[例えば「粉砕の理論について重要な公式を発案した」みたいな記述は特に見当たらなかった](#)（ご存知の方々に情報求む）。

この一般式の存在が日本でよく知られるようになったのは，たぶん [1943 年に亀井三郎先生の著書『粉砕』](#)で紹介されてからだろう。出典としては「Walker 他三氏」となっていて，その約 6 年前の『化学工学の原理』第三版を挙げている。いったい，いつ頃から Lewis の名前だけを付けて呼ばれるようになったのだろうか…。

例えば [1953 年の改題以降の『化学工学』誌](#) を眺めてみると、次のような推理が成り立たないだろうか。既に 1934 年に「[化学工学の父](#)」ウォーカーが他界していたことは、日本でも周知のことだったはずだ（同誌，第 17 巻 168 頁，1953 年）。だから [亀井先生の『粉碎』](#) を参考にして，[1937 年の『化学工学の原理』第三版](#) から新しく加筆されたとされる微分式・一般式について，気を利かせて「Lewis らは粉碎の一般的関係として次の微分式を与えた」と解説した人がいたのでは（同誌，[第 18 巻 161 頁，1954 年](#)）。そしていつの間にか「ら」が欠落して，あるいはルイスが案出したという説が出てきて「Lewis の一般式」という呼称が登場した（同誌，[第 21 巻 502 頁，1957 年](#)）。その後も「Walker, Lewis らによれば…」としている例も見られるが（同誌，[第 23 巻 702 頁，1959 年](#)），1960 年代には「Lewis らの一般式」と「Lewis の一般式」両方の表現が混在している総説があったりする（同誌，[第 29 巻 643 頁，1965 年](#)）。とにかく，謎の用語「Lewis の一般式」の初出は [1957 年](#) としておこう。

最後に，ここまでの四稿は一括で掲載していただけるよう編集事務局にお願いしたが，本欄以外に投稿できそうな枠が見当たらなかったからだ。まとめるなら「粉碎仕事法則に関する一般式を振り返る」というところか。ちなみに本誌第 29 巻 300 頁によると，本欄の創設時を振り返れば「四分法の原稿はそれぞれが面白いだけでは駄目で，四位一体になっていてこそ本物の四分法なのだ」というのが本来の趣旨だったとのこと。でも，そもそも面白かったのだろうか…。