

	<h1>故きを温ねて</h1> <p>(化学工学便覧を読んで)</p> <p>SCE・Net 中尾 眞</p>	<p>E-67</p> <p>発行日</p> <p>2014.8.23</p>
---	--	--

化学工学便覧新版は昭和 33 年 9 月に刊行された化学工学便覧（以下、化工便覧と略す）で、1950 年（昭和 25 年）に刊行された初版の改訂版として出版されたものである。最近、父が所蔵していた化工便覧新版が手に入り、読み直す機会があった。同書には、高度成長期の入口にあった産業界が必要とする“実用書”としての思想が流れており、忘れつつある化学工学の原点を見た思いがするので、紹介したい。

購入時の思い出

この本は父の蔵書であった。父は数年前に亡くなったが、2 年前に実家の整理をした際、書庫の片隅に埋もれていたのを見つけ出したものである。父は冶金学科を卒業し、電線メーカーに勤めていたエンジニアであった。タングステンの精錬が専門であり、化学工学には無縁と思っていたので、化工便覧を見つけた時は驚きであった。というのは、私が化学工学を専門にするようになってからも、親子の会話に化学工学が登場したことはなかったからである。父との繋がりを見つけた時は、“形見の品”を譲り受けた気がした。

出版年から推測すると、本を購入したのは昭和 34 年頃である。記憶を辿ってみると、一つの出来事を思い出した。小学 5 年生だった昭和 34 年夏、父に連れられて大阪駅（梅田）周辺の繁華街に行ったことがあった。繁華街を歩くことなどなかった私にはすべてが物珍しく、あちこち余所見をしていたら、大きな書店に父が入っていった。「旭屋書店」と名前があった。中に入ると沢山の棚があり、ぎっしりと本が並んでいた。しばらく経って、父が分厚い本を抱えて戻ってきた。恐らく、あの時購入した本が化工便覧であったに違いない。当時父は研究部門から製造現場に移った頃で、加熱炉などの装置設計を必要としたのであろうが、当時としては決して安くない本（2300 円）を、安月給の中から個人で購入したのはかなりの決断がいったことだと思う。

化工便覧の発刊推移

化工便覧は昭和 25 年に初版が刊行されて以来、下表に示すように、約 10 年毎に 6 回改訂されている。当初は A5 版であったが、改訂 5 版以降 B5 版となった。価格は物価とともに上昇し、現在は初版の 34 倍になっている。

表1 化学工学便覧の発刊推移

版名	刊行年	サイズ	ページ	編集委員長	価格
初版	昭和 25 年 (1950)	A5	515	八木 栄	850 円
新版	昭和 33 年 (1958)	A5	1184	八田 四郎次	2,300 円
改訂 3 版	昭和 43 年 (1968)	A5	1426	藤田 重文	7,500 円
改訂 4 版	昭和 53 年 (1978)	A5	1562	前田 四郎	15,000 円
改訂 5 版	昭和 63 年 (1988)	B5	1391	高松 武一郎	29,000 円
改訂 6 版	平成 11 年 (1999)	B5	1339	橋本 健治	38,000 円
改訂 7 版	平成 23 年 (2011)	B5	1128	三浦 孝一	36,000 円

新版の序文

さて、新版発刊の意図は八田編集長の序に述べられているのでそのまま引用する。

初版は昭和 25 年の出版である。戦後の万事不如意の際に、短期間内の刊行を目標とし、したがって比較的小規模のものとした。これは当時の情勢に適応したる計画であり、この出版は大いにわが国の化学工学の普及向上と、それによる工業の発展に貢献したのである。一方、近来の化学工学の進歩発展はまことに目覚ましく、かつ急速である。かような進歩に即応するために、当時の化学機械協会会長亀井三郎氏は、早くから本便覧の追補改訂に努力されたのである。しかし本改訂版刊行の具体的計画は昭和 28 年 4 月 19 日の準備委員会、5 月 9 日の小委員会、および 5 月 23 日の第一回改訂委員会に始まるのである。そして、基本方針として初版の内容に拘泥せず、新しい構想で章節項目を検討すること、各章の担当者を選定し、章の担当者をもって委員会を構成すること、また詳細の具体案の作製のために小委員会を設けることとした。・・・中略・・・

本文は 24 章とし、ほかに付録として、装置材料と防蝕、規格および資料編として化学機械装置製作会社一覧表を加えた。A 5 版当初の割当ページ数合計 950 ページ余であったが、ある程度の増加を認めることとなった。執筆要綱として、確実に設計に使用できるものに重点を置き、教科書的記述はできるかぎり簡略化すること、実験式およびデータについては、仮定および適用範囲を明確にすること、もし可能ならば最適問題を入れることを指定した。また文献は重要なものを選択し、一括して各章の末尾に記すこととした。

執筆者

改訂委員および小委員会委員は下記の通りで、我々が大学で学んだ先生方の名前が委員に連ねていることが分かる。(○印は小員会委員、*印は委員会幹事)

大 山 義 年	亀 井 三 郎	*国 井 大 蔵	○佐 藤 一 雄
*桐 栄 良 三	永 田 進 治	八 田 四 郎 次	○藤 田 重 文
*宮 内 照 勝	○森 芳 郎	○矢 木 栄	○山 本 寛
*吉 岡 直 哉	吉 田 文 武		

特筆すべき記載

小生が読んだ“ガス吸収”の章を例に取って、少し詳しく内容を紹介したい。この章の執筆者は八田四郎次氏と前田四郎氏であり、以下の4節から構成されている。

① 緒論、設計の順序、② 理論および基礎概念、③ 充填塔、④ 吸収用段塔

現在の化工便覧（改訂7版）と比較すると、大筋は変わっていないが、設計手順と充填塔の計算例が加えられている。①設計手順については、1)溶剤の選定、2)温度および圧力、3)物質収支、熱収支、平衡関係の計算と液ガス比の選定、4)装置の選定、5)塔径の計算、6)塔の高さの計算、7)圧力低下の計算 の手順が示されており、装置設計という概念を知らない当時の技術者に設計手順をイロハから書かれたものと思われる。③充填塔は、1)充填物の選定、2)充填高さと移動単位数 (N.T.U.)、3)容量係数 K_a と H.T.U、4)計算例、5)化学反応を伴う充填塔、6)充填塔の付属設備 の項からなっている。そして、4)計算例では、醗酵プロセスで生じるアルコールの回収を例に取り、コストに関する推算方法が取り上げられている。かなり大胆な手法でコストを推算しているので、紹介する。

[問題]

精密醗酵によりアルコールを製造するとき、発生する CO_2 に随伴される C_2H_5OH を回収したい。発酵槽から出る CO_2 は 1atm 、 25°C で 6.5% のアルコール水と平衡にあると考えられる。醗酵液は蒸留してアルコールを濃縮している。それで CO_2 を 25°C の水で処理してアルコールを吸収した水を醗酵用に使おうと考える。ガス量は $500 [\text{m}^3/\text{hr}]$ 、操業は $300 [\text{day}/\text{yr}]$ 、吸収したままの希薄アルコール液は $30 \text{ 円}/\text{kg}-C_2H_5OH$ とする。現在使っている CO_2 の導管に吸収塔をとりつけようとするが、その吸収塔を設計せよ。

計算は上述した設計手順に従って、7)圧力低下と動力までは計算が進められている。さらに、この結果を用いて、経費（設備コスト、運転コスト）と利益の計算がされている。経費に関する計算例をそのまま記載する。

i) 充填物：

ラシヒリング1個=1.5円， 充填個数=47 700/m³， 充填容積=0.166×4.28 =0.712[m³]

ゆえに ・ 充填物所要経費=1.5×47 700×0.712=50 800 円

ii) 充填塔：

塔は内径 0.46[m]， 厚さ8mmとすると， $Z'=5.48[\text{m}]$ であるから

塔の所要鋼材 =508 kg， 鋼材=80 000 円/1000 kg とすると

・ 塔の鋼材費=80 000×0.508=40 600 円

iii) 輸送機：

・ ポンプとモータ 70 000 円

・ 送風機とモータ 100 000 円

iv) 設備費：

* 基礎，配管，計器,その他で上記の経費の3倍とする。

- ・ **設備費** = (70 000 + 100 000 + 40 600 + 50 800) × 3 = 784 200 円

v) **運転費** :

* 動力費は電力単価を 2.0 円/kwh とし、所要動力 2.24kW と稼働日数を掛けた。

$$(2.0) (2.24) (24\text{hr}) (300\text{day}) = 32\ 300 \text{ 円}$$

* 償却と修理費は設備費の償却 25%, 修理 5%とする。

- ・ **運転費** = 784 200 × (0.25 + 0.05) + 32 300 = 267 600 円

vi) **経済性**

損失アルコール量 =

$$G_{MSy} \cdot 2 \cdot M_{C_2H_5OH} \cdot (300)(24) = 0.0001(20.28)(46)(300)(24) = 674 \text{ kg/y}$$

- ・ **同 価 格** = 30 × アルコール量 = 30 × 674 = 20 100 円/y

回収アルコール量 =

$$L_{M1S} \cdot x1 \cdot M_{C_2H_5OH} \cdot (300)(24) = 0.00480(35.8)(46)(300)(24) = 57\ 300 \text{ kg/y}$$

- ・ **同 価 格** = 30 × 57 300 = 1 720 000 円/y

利益 = **回収アルコール量 (価格) - 損失アルコール (価格) - 運転費**

$$(1\ 720\ 000 - 20\ 100) - 267\ 600 = 1\ 432\ 300 \text{ 円/年}$$

設備費や運転費を積算するのは現在でも難しい作業である。今では、データベースも整えられ、機器単体の費用はかなりの精度で見積もることが可能となったが、機器以外の部材については難しい部分もあると聞いている。まして、コストに関する情報が少なく、データベースも殆どなかった昭和30年代では非常に困難な作業であったと推定される。そのような困難な状況の中でも、“金額”を出すことが求められた技術者にとっては、何らかの合理的な方法が必要であった。計算例で示された、設備費の積算方法、即ち、“機器の材料費や鋼材費を3倍する”ことで求める方法は、相当乱暴な推定方法とは言えるが、他に方法がなかったことを考えると、唯一の合理的な方法であったようにも思われる。それ以上に感心するのは、“学の立場”に居られた八田先生が、“コストの問題”を逃げずに、実用書である化工便覧に記載して、現場技術者の悩みに応えられたのは高く評価すべきと思う。

今年我々は、“初心者を対象とした化学工学入門講座”を開講したが、講師となって教えてみると、化学工学を教えることの難しさを改めて感じた。今後も、化学工学が“実用の学問”であることを意識して、化学工学の原点を分かりやすく伝えていきたいと思っている。