

1 石鹼・合成洗剤の技術発展の系統化調査

Systematic Survey of Technological Development in Laundry Soaps and Detergents

中曽根 弓夫
Yumio Nakasone

■ 要旨

本報告書は最初に、国内外における石鹼及び合成洗剤の初期段階における発展の歴史を概説した後、我が国で最初となる民間の石鹼製造所が開業された1873年から、現在のコンパクト洗剤が普及し、成熟期を迎えた1996年頃までの約120年間の、エポックメイキングとなった出来事を節目として、次に示す五期のステージで捉え、その期毎の社会的背景との関わりから、衣料用洗剤の技術発展の系統化を試みたものがある。

第Ⅰ期(1873～1937年)「石鹼時代」は、我が国における石鹼製造開拓者、手工業から工業的製造法への発展、油脂原料問題、硬化油やグリセリン工業の出現、石鹼市場の広がりなどに言及した。この時代は日本独自の技術開発は殆ど見られず、むしろ欧米の技術からは10～60年の遅れをとっていた。

第Ⅱ期(1937～1951年)「合成洗剤黎明期」は、我が国で最初となる高級アルコール系衣料用合成洗剤が発売された年を初年とした。しかし1935年に、ドイツの化学会社から、国内で製造する高級アルコール系界面活性剤の製造法に対して、同社が日本で取得した特許に抵触するとして提訴されていたため、国内の石鹼会社は共同でその特許を購入すると共に特許権所有会社なるものを設立した。当該界面活性剤の製造は、それを専門に生産する会社を設立し、特許権を購入した出資会社に均等に分配するなど、石鹼業界は協調と競合が繰り返された。

第Ⅲ期(1951～1966年)合成洗剤の「普及期」は、国内最初となる鉱油系の衣料用合成洗剤が発売された年を初年とした。この時期、ビルダーや添加物が応用され鉱油系合成洗剤の洗浄力が抜群に優れたことと、電気洗濯機の普及と相俟って、合成洗剤の消費量は急激に増大していく。1959年には、洗濯用・化粧用(浴用)・工業用など全石鹼の生産高と衣料用合成洗剤の生産高は逆転することとなる。これは米国に遅れること10年であった。

第Ⅳ期(1966～1987年)合成洗剤の「環境対応期」は、合成洗剤による環境問題が国内で顕在化した年を初年とした。河川や下水処理場での発泡問題、湖沼や閉鎖海域での富栄養化問題、第一次・第二次の石油危機、合成洗剤の安全性問題等に対し、業界はそれぞれ、ソフト化、低リン・無リン化、省資源型の濃縮小型洗剤で対応し、更に安全性問題については国や自治体による実態調査や確認試験により安全性が確認された。また、洗浄力・生分解性に優れる界面活性剤を実用化すると共に、その反応装置は日本発の世界に誇る技術となった。

第Ⅴ期(1987～1996年)合成洗剤の「コンパクト化・成熟期」は、世界のデファクトスタンダードとなった本格的なコンパクト洗剤が日本の会社から発売された年を初年とした。従来洗剤と比べ、重量で1/1.6、容量で1/4にコンパクト化され、日本の洗剤製造技術の高さを証明した。また、従来の洗浄原理は、洗浄成分が専ら汚れに作用して汚れを落とすというのに対し、洗剤用に開発されたアルカリセルラーゼは、繊維分子に作用して汚れを落とすという、全く新しい洗浄原理を創案・実証し、国際的な反響を呼んだ。他にも、既存酵素の高度利用や漂白剤・漂白活性化剤などの応用により、洗浄性能を向上したコンパクト洗剤が発売され、忽ち従来洗剤と置き換わっていった。

コンパクト洗剤にはスプーンが付いており、計量習慣を定着させると共に、洗浄力の良さと容器の利便性が消費者から高い支持を受けた。更に、生産エネルギー、輸送エネルギー、包装材料などを大幅に削減したほか、小売店の店頭や倉庫スペースの効率化、ごみの削減等、社会に絶大なインパクトを与えた。

かつて、衣料用合成洗剤は成熟商品と言われ市場は乱れていたが、コンパクト洗剤の出現はそれらを一扫した。石鹼時代や従来の合成洗剤時代における日本の洗剤技術は欧米の後塵を拝していたが、コンパクト洗剤の開発により、一步、先んじた感がある。この背景には、商品に対する日本の消費者の厳しい評価眼や感性と無縁ではないと感じる次第である。

■ Abstract

The author classified the development process of laundry detergents in our country into five stages assuming it a turning point that became epoch making, and named each stage as follows. That is to say, the author named the 1st-stage in “the days of soap” between period from 1873 when production of soap began in the country to 1937

when synthetic detergent appeared, and did the 2nd-stage in“the synthetic detergent dawn”between period from 1937 to 1951 when synthetic detergent invited the spread period, and did the 3rd-stage in“the spread period”from 1951 to 1966 when an environmental problem by synthetic detergent surfaced, and did the 4th-stage in“environment correspondence period”between period from 1966 to 1987 when compact detergent appeared, and did“full-grown period”between period from 1987 to 1996 after appearance 10 years of compact detergent.

Most of technical developments of laundry detergent in each stage have been accomplished by an introduction and/or substitution of new ingredients or an innovative formulation and a producing method of detergent.

It realized an innovative densification of detergent particle and detergency improvement, and the compact detergent developed by Japanese original technology got support of many consumers.

In addition, the compact detergent brought saving energy and resources-saving, and it brought a big merit in the associated industry as well as a detergent maker because distribution cost, warehouse / store space were promoted efficiency.

Furthermore, this compact detergent is a chance, and compactification advances to even other product categories such as fabric softeners and dishwashing detergents gave society a big impact.

■ Contents

1. はじめに	3
2.初期の石鹼・合成洗剤発展の歴史	5
3.第Ⅰ期－石鹼時代－	11
4.第Ⅱ期－合成洗剤黎明期－	27
5.第Ⅲ期－普及期－	30
6.第Ⅳ期－環境対応期－	35
7.第Ⅴ期－コンパクト化・成熟期－	42
8.衣料用洗剤技術の系統化	47
9.考察と今後の課題	52
10.まとめ	53
11.あとがき	57

2 ロープ式エレベーター技術発展の系統化調査

Historical Development of Rope Type Elevator Technology

三井 宣夫
Nobuo Mitsui

■ 要旨

日本のエレベーターの歴史は他の文明機械と同様に明治維新後に欧米から輸入された製品から始まった。性能的に優れたものはほとんど輸入品に依存していたが、大正時代に入るとこの輸入品を参考に実用的エレベーターを製造する国産メーカーが誕生し、次第に国産品が増加した。しかし、輸入製品との技術格差は大きく、国産メーカーは十分な技術成果をあげることなく太平洋戦争の勃発とともに、その発展は中断された。

国産メーカーのエレベーター技術開発が本格的に行われたのは戦後からであり、特に1970年代以降は著しい発展を遂げた。その内容は、日本経済の高度成長期を背景にした盛んなエレベーター需要と高度エレクトロニクス技術の追風を受けた3つの技術分野であった。

すなわち、1961年に誕生した規格形エレベーターを中心にして、交流二段制御、交流帰還制御、インバータ制御へと技術変遷を経て、やがてエレベーター全機種インバータ制御化の契機を作った中低速エレベーター制御。1968年から始まった日本の超高層ビル化に対応して超高速大容量エレベーター制御技術が発展し続け、その過程で3回にわたり世界最速記録を更新した高速エレベーター制御。1978年から導入したマイクロコンピュータ技術を使うことで初めて可能になった個別呼び割当理論に基づく高性能群管理制御であった。

そして、一国の市場規模としては世界有数の大きさに成長したエレベーター市場を背景に2000年代までに、(1)インバータ制御エレベーターの開発と、短期間に実現した全機種インバータ制御での統一、(2)エレベーターの世界最高速度記録の達成と更新、(3)インバータ制御技術を中心とした日本系合弁事業の海外市場における活躍、という3つの実績をあげ、日本のエレベーター技術は世界の中でトップの水準に到達したと考えられる。

エレベーターの輸入開始から約130年間で日本のエレベーター技術がここまで発展した要因は、大きなエレベーター市場の存在、開発力旺盛な複数メーカーの存在、日本の高度エレクトロニクス技術環境の3つであったと言える。

■ Abstract

The history of the elevator in Japan began like other modern mechanical contrivances when the first elevators were imported from the West in the years after the Meiji Restoration in 1868. Japan continued to rely on imports for better performing mechanical products for years to come, but some domestic manufacturers succeeded in producing simple and practical elevators in imitation of the imported model about 1920, and the elevator technology of domestic manufacturers gradually became established. Yet there remained a substantial technological gap between foreign and domestic elevators that was not closed by the time World War 2 broke out, and further progress on elevators was ceased during the war years.

Full-scale development resumed after the war, and especially took off after the 1970s. Against the backdrop of Japan's rapid post-war economic growth, there were three technological innovations that were fueled by a robust demand for elevators and progress in advanced electronics

First was the inverter control technology in the standardized elevator developed in 1961 that became widely to be adopted for all different types of elevators in Japan. Second was the high-speed elevator control technology in high-rise buildings in Japan beginning in 1968. In the process, Japan's high-speed elevator controls broke world speed records three times. Third was the high-performance elevator group supervisory control technology based on the individual call allocation theory that could determine immediately the most suitable service car by the arrival estimate time calculated with micro computer technology when a call made at floor.

It has been presumed that Japan's elevator sector achieved the position of the most advanced elevator technologies in the world by the year 2000, by reason of the accomplishment that Japan (1) developed inverter

control for all range elevators within a remarkably short period of time, (2) repeatedly shattered the world elevator speed record, and (3) has influenced more effect upon Japanese joint elevator ventures in the China market.

Japan’s striking success over these past 130 years since elevators were first introduced to the country can be attributed to three factors: robust domestic demand for elevators, intense technological competition among major manufacturers and Japan’s lead in advanced electronics.

■ Contents

1.はじめに	61
2.近代エレベーターの誕生	62
3.初期のエレベーターと国産メーカーの誕生	65
4.戦後の復興と超高層ビルの誕生	79
5.多彩な技術革新と超々高速度の実現	86
6.考察	108
7.あとがき	111

3 板ガラス製造技術発展の系統化調査

Historical Development of Flat Glass Manufacturing Technologies

森 哲
Tetsu Mori

■ 要旨

日本の本格的な板ガラス工業は、1909(明治42)年の旭硝子の兵庫県尼崎市の工場(現、関西工場)における、ベルギーから技術導入した手吹円筒法による生産開始から始まった。ガラスの溶解は、蓄熱室をもつ反射炉形式のジーメンス式ガラスタンク窯によるものであった。1920(大正9)年には、日米板硝子(現、日本板硝子)が米国からコルバーン法を導入し、福岡県北九州市の工場(後の若松工場)で、日本で初めて連続的機械法により生産を開始している。その間、旭硝子も手吹円筒法から機械吹円筒法に進み、1928(昭和3)年には連続的機械生産のフルコール法に転換している。

ガラス製造に欠かせないタンク窯の耐火物として、1925(大正14)年、米国で高アルミナ質の電鍍煉瓦(コルハートブラック)が発明され、日本においても製造が開始され、それまでの高アルミナ質焼成煉瓦に比べて、板ガラスタンク窯の寿命が数倍に延び、板ガラスの品質面においても大きく貢献した。

戦後、板ガラス2社は、いち早く生産設備の復旧に努め、不足していた住宅の建設に支障のないよう、板ガラスを供給した。戦後の復興需要に続いて本格的な住宅・工場・ビルの建設ラッシュにより需要は大幅に増加した。こうした背景のもと、1958(昭和33)年に宇部曹達工業が中心となって、セントラル硝子を設立した。昭和30年代に入り、建築様式の変化、モータリゼーションの台頭により、それまでの2mm厚みの普通板ガラス中心から、厚板化、大板化、磨き板化が進み、板ガラス3社は海外からの技術導入も含めて、生産性の向上、品質改善、工場・設備の増設に取り組んだ。

また、コルハートブラックより、さらに熔融ガラスに対して耐食性のあるジルコニア質電鍍煉瓦が米国で発明された。日本においても燃料を発生炉ガスから重油に切り替えると共に、ガラスタンク窯の多くの部分に、この電鍍煉瓦を採用することにより、タンク窯の寿命が飛躍的に延び、板ガラスの品質が格段に向上した。この時の重油専焼窯に対する電鍍煉瓦の適切な使用方法の考え方は、基本的には現在まで引き継がれている。

高度成長期の昭和40年代に入ると、板ガラス工業にとって革命的な発明である、英国のピルキントン社のフロート法を各社が技術導入し、成形関連の飛躍的發展が始まった。

その後に発生した環境問題、2度の石油危機から、各社は公害防止に対応すると共に、成形方法の特性から、規模の拡大に有利なフロート板ガラス窯を大型化することにより、生産性の向上と、省エネルギー化を勢力的に進めていった。さらに、当初3mm厚みまでの磨板ガラスの代替であったフロート板ガラスは、まず、欧米でも取り組まれたが、日本が量産化で先行した自動車用合わせガラスの薄板化の要請により、2mm厚みまで対応できるようになり、次に同じく日本が得意のディスプレイ向けの液晶基板用の超薄板ガラスまで量産化に成功した。こうして、薄板ガラスを得意とした普通板ガラス窯はその役割を終え、昭和60年代初めにはほぼ停止し、フロート板ガラス窯全盛時代となった。

そして最近の生活様式の変化、安全や省エネルギーなどの社会的要請から、フロート板ガラスを加工した、合わせガラス、強化ガラス、複層ガラス、熱線反射ガラス、および鏡などの高級機能商品の使用比率が高まってきた。現在では、日本の板ガラス製造技術は世界的に高く評価され、製品の品質についてもトップレベルに位置している。

本報告書では、主として、戦後の約50年について、ユーザーの要請や時代の変化に対応して、また、周辺技術の応援を得て、わが国の板ガラス製造技術がどのように発展していったかを纏め、若干の考察も加えた。

■ Abstract

The first industrial flat glass manufacturing in Japan began at the Asahi Glass Factory in Amagasaki (the site of the current Kansai Factory) in 1909 with a cylinder blown process introduced from Belgium. The glass was melted in a Siemens-type glass tank furnace, a reverberatory furnace with a regenerator. In 1920 the America-Japan

Sheet Glass Company (now the Nippon Sheet Glass Company) introduced the first Colburn process to Japan. Production began with a continuous manufacturing process in Kitakyushu, Fukuoka (later to become the Wakamatsu Factory). In the meantime, Asahi Glass also introduced a cylinder drawn process following an early cylinder blown process, and, in 1928, shifted to made use of the Fourcault process.

A high-Alumina containing electro fused cast brick (Corhart Black) was invented in the US in 1925 and was used as a key refractory for the glass melting tank furnace. When it was introduced to Japan, the life span of glass tank furnaces became several times longer than that of the previous high-Alumina containing burned brick. Consequently, the quality of glass was remarkably improved.

After World War II, the need for housing to be quickly constructed led two flat glass manufacturers to apply their energies to restoring plants so that flat glass could be supplied to the construction. Following the postwar demand for reconstruction, a serious rush to build new houses, factories, and office buildings stimulated significant increases in demand. Against this background, Central Glass, mostly capitalized by Ube Soda Industry, was founded in 1958. As Japan entered the late 1950's, changes in house construction methods and the increasing speed of motorization, caused common use sheet glass, mostly 2 mm thick at that time, to become thicker and larger as well as more polished. Thereby, three flat glass manufacturers worked on increasing productivity, improving quality, and increasing factory capacity, and used imported technology to do this.

Furthermore, a Zirconia containing electro fused cast brick with a higher corrosion resistance against the molten glass than that of Corhart Black was invented in the US. In Japan, too, while the main fuel in use was no longer producer gas but heavy oil, this brick was incorporated into many parts of the glass tank furnace. This resulted in a remarkable extension of the tank's life and the remarkably improved quality of flat glass. Technology which dated from that time enabled the electro fused cast brick to be used correctly in oil firing furnaces, and has been passed down to the present with very few changes.

Entering the faster growth period of the late 1960's, manufacturers introduced the UK Pilkington Brothers' float process, a revolutionary invention for flat glass industries.

The manufacturers, while coping with environmental concerns and two oil crises, increased the unit capacity of float glass tank furnaces, resulting in improved productivity and energy savings. Moreover, 3mm and more polished plate glass was replaced by float glass, and then beginning minimum 3mm thickness of float glass could be reduced to 2mm in Japan, because of the demand for thinner laminated glass for use in vehicles. Mass-production of these thinner glasses by Japanese manufacturers took the lead over glass produced in Europe and US, even though reduction in thickness had been implemented there first. Extra-thin glass for liquid crystal displays, (one of the highest quality products produced in Japan) were successfully mass-produced as well. Thus, sheet-glass furnaces that were mainly producing thin glass almost stopped production in the late 1980's, and the float-glass furnace reached its best days.

In response to recent changes in life style as well as the demands for safer products and energy saving, float glass based products that have high-grade performance, laminated glass, tempered glass, sealed insulating glass, solar reflective glass, and mirror, are now used more than ever. Japanese flat-glass manufacturing technologies are highly valued throughout the world because of the outstanding quality of the products .

This report, with some author's consideration, shows how flat-glass manufacturing technologies have been developed in Japan over the past 50 years after 2nd World War in response to both consumer demands and changes to technology.

■ Contents

1.はじめに	121
2.板ガラス製造技術の概要	122
3.戦後復興と高度成長への始動 (昭和20, 30年代)	131
4.高度経済成長期とフロートガラス時代の到来 (昭和40, 50年代)	143
5.市場ニーズの多様化、構造変化 (昭和60年代以降)	157
6.考察・まとめ	160
謝辞	161
付録	164

4 一次電池技術発展の系統化調査

Survey of Primary Battery Technology Development

吉田 和正
Kazumasa Yoshida

■ 要旨

できるだけ小さく、長持ちして、できるだけ安価であることを要求されながら、電池はそれを使用する機器の進歩と共に発展してきた。

マンガン乾電池は容器を兼ねた負極の亜鉛缶に、正極の二酸化マンガン炭素集電体と共に入れ、電解液を含ませている。簡単な構造のため、家内工業でも容易にできたこともあり、マンガン乾電池を製造する業者が多かった時代もあった。

しかしマンガン乾電池の貯蔵性能のバラツキや、通常使用での漏液及び放電性能が、大幅に改善されたのは、終戦(1945年)後10数年の勉強期間が過ぎてからである。勉強したことの一つは、米国の技術の刺激を受け、技術習得をはかったことである。もう一つは電気化学協会の専門部会として、電池技術委員会が設けられ、ここでの勉強である。当初この委員会はほとんど毎月開催され、マンガン乾電池のあらゆる課題を取り上げた。このことによって電池に関わる多くの技術者が、電池の基盤的な知識を共有出来たことである。この蓄えが電池技術を大きく前進させ、1960年代からの高性能・超高性能時代の礎になったと考える。

一方1950年代より半導体関連技術のめざましい発展があり、電子機器としてトランジスタラジオが登場した。1960～1980年代に掛け、集積回路の集積度が極めて高密度化し省電力化した。これによって小形の電子機器が開発された。ヘッドフォンステレオ、クォーツ時計、ポケット液晶テレビ、全自動カメラなど現在の電子機器のほとんどがこの時期に登場している。

電子機器の発展に従い、信頼性の高い電池の要求も高まった。水溶液を電解液とする1.5V系電池の品種やサイズも増えた。たとえばアルカリ乾電池、酸化銀電池等各種のボタン電池などである。さらに非水溶液を電解液とした3V系電池が開発されたことにより、電池の品種がさらに増えた。たとえば二酸化マンガンリチウム電池、フッ化黒鉛リチウム電池などである。

1990年代に入ると、マイクロプロセッサやDRAM等半導体の電源電圧が5V以下になり、2000年には2V以下に下がった。電子機器もさらに小形化、多機能・高機能化のバージョンアップをした。このような電子機器の発展により、電池の電圧特性、小形で高出力の電池、半導体のメモリーバックアップ用途など、電池への要求も多様化した。

また使用済み廃乾電池の水銀が社会問題と化したのが、この解決に水銀を使用しない乾電池を開発した。これは1830年代からの亜鉛アマルガムの電池史を変えた画期的なできごとであった。

この調査報告書では、わが国の電池技術と電池を構成する材料技術の経緯との関係、電池と関連する他の技術分野、及び社会の要請とそれを解決した技術開発について調査した。

■ Abstract

Batteries have evolved in close relation to the electronic devices in which they are used while constantly striving to make batteries smaller, cheaper, and longer lasting.

The common carbon-zinc battery consists of a zinc casing (anode) that contains a layer of electrolyte paste separated by a layer of paper from a mixture of manganese dioxide and powdered carbon, which is packed around a carbon rod (cathode).

Because this structure is relatively simple, a domestic industry was easily established early on, and at one time, there were many manufacturers of carbon-zinc batteries in Japan.

But the really significant improvements in carbon-zinc battery performance—reduced variation in performance, elimination of electrolyte leakage during use, improved discharge performance, and so on—came after a decade-long period of study after World War 2 ended in 1945. Research was stimulated first by acquisition of technology from the U.S., then further promoted by the establishment of the Committee of Battery Technology

under the auspices of the Electrochemical Society of Japan. Especially in the early years, the Committee of Battery Technology met practically every month to resolve technical problems relating to carbon–zinc batteries. Through these activities, all the technicians and engineers working on batteries were able to develop a shared basic knowledge of battery-related technology. This accumulated knowledge led to significant gains, and indeed was the foundation of the remarkable advances in battery technology that began in Japan in the 1960s.

Meanwhile, semiconductor-related technology was also making spectacular progress starting in the 1950s, when the transistor radio appeared as one of the first mass consumer electronic products. From the 1960s through the 1980s, integrated circuits advanced to new levels of density and higher performance even while consuming less power. This paved the way for further miniaturization of electronic devices. Many of the consumer electronic products so pervasive today emerged from this period including portable headphone stereo players, quartz watches, handheld LCD TVs, digital cameras, and many other products.

Development of consumer electronics directly increased demand for rugged and reliable batteries. The period also saw a great increase in the varieties and sizes of aqueous electrolyte 1.5-volt batteries. For example, different kinds of batteries were developed including cylindrical alkaline manganese batteries and button-type silver-oxide batteries.

The range of types of batteries further increased with the development of 3-volt batteries based on non-aqueous electrolyte. These included manganese dioxide–lithium batteries and carbon monofluoride–lithium batteries.

By the 1990s, the power supply of microprocessors, DRAMs, and semiconductor devices had been reduced below 5 volts, and by 2000 the power supply had been pushed below 2 volts. Even as consumer products were being implemented more compactly, they were being continuously improved with more features and more advanced features with each successive upgrade. This of course created more diverse demands on batteries to support a wider range of voltage characteristics, smaller batteries providing higher output, batteries for semiconductor memory backup, and other special requirements. People also became aware of the adverse environmental effects of mercury in discarded dry batteries, so efforts are now under way to develop a new kind of dry battery that does not include mercury.

This report highlights key milestones in the history of batteries based on zinc anodes that were first developed in the 1830s.

It details the relations between Japan's battery technologies and constituent material technologies and needs; discusses other technology sectors in relation to batteries, and mentions R&D initiatives to address environmental concerns of society.

■ Contents

1.はじめに	171
2.技術の概要	172
3.明治、大正、昭和(終戦まで)のわが国の電池技術、電池産業(品質模索時代)	173
4.高性能乾電池の助走時代(～昭和37年)	179
5.マンガン乾電池の高性能時代(昭和38～43年)、超高性能時代(昭和44年～)	184
6.電子機器の発展とその他の電池(1.5V系ボタン電池、3V系リチウム電池)	199
7.使用済み廃乾電池の水銀問題	210
8.社会動向(電池使用機器の発展)と電池技術及び電池の系統的考察	214
9.まとめ	222
謝辞	224
一次電池開発年表	225
資料 一次電池生産量の推移	226
登録候補一覧	227