

Readout

HORIBA Technical Reports

特集 血液をはかる

July 1991 ■ No.3

pHの概念を確立したソーレンセン教授

Biographical Sketch of Professor S.P.L.Sørensen
-The Man who Established the Concept of pH-

清水 栄

Sakae SHIMIZU

(Pages 60-66)

株式会社 堀場製作所

pH の概念を確立したソーレンセン教授

Biographical Sketch of Professor S. P. L. Sørensen
—The Man who Established the Concept of pH—

堀場製作所は、終戦後いち早く現会長によって創業されたが、周知のごとく、昭和25年(1950)3月国産最初のガラス電極式 pH メータを完成してその第一歩を踏みだし、今日 pH メータを始め各種の分析機器の分野で、わが国はもとより世界での著名なメーカーに成長した。その製品は今日の科学技術の急速な進歩に影の力として多大の貢献をしている。

化学の歴史上、水素イオン濃度を示す指標として、そのモル濃度 (mol/l) を $[H^+]$ とし、 $pH = -\log_{10} [H^+]$ という定義を与えて pH の明確な概念を提案したのはデンマークの生化学者 S.P.L. ソーレンセン教授 (Søren Peter Lauritz Sørensen, 1868-1939) である。この化学史上の偉大なる学者について、いささか知っておくことは、今日 pH メータの恩恵を受けている人々の先人に対する尊敬と感謝の念の表れでもある。

ソーレンセン教授は、首都コペンハーゲンのあるシュラン島 (Sjælland) 西部にあるスレイエルセ市 (Slagelse) の近くのハウァビヤグ (Havrebjerg) という町の自作農の息子として、1868年1月9日に生まれた。1891年にコペンハーゲン大学を非常に優秀な成績で卒業し、その後10年間、同地の工科大学の化学の助手として S.M. ヨーオンセン教授 (Sophus Mads Jørgensen, 1837-1914) のもとで、定量分析における規定酢酸ソーダの使用、ストロンチウム化合物の精製、海水中の塩素の定量分析、その他精密な無機定量分析について立派な研究を重ねた。同じ期間、王立海軍造船所の化学顧問もしていた。

コペンハーゲンには、1847年に設立された有名なカールスベアグ・ビール会社 (Carlsberg Brewery) があるが、この創始者である大醸造家の J.C. ヤコブセン氏 (Jacob Christian Jacobsen, 1811-1887) は1876年に、化学と生理学の2部門よりな

The main building of the Carlsberg Laboratory. The office and laboratory where Prof. Sørensen worked are located in the left wing of the building. A bronze statue standing in the front court is of the founder J. C. Jacobsen.
《Photographed by the author》



るカールスベアグ研究所 (Carlsberg Laboratory) を設立した。設立の意図は、『既に科学上で確立されている定説を、全く何物にも捉われないで、ビールに関するモルト、醸造、発酵の科学的研究に発展させる』ことである。最初はヤコブセン氏自身が管理したが、翌年9月にカールスベアグ財団 (Carlsberg Foundation) が出来て、



京都大学名誉教授

清水 栄

Sakae Shimizu, Dr. Sci.

理学博士

日本アイソトープ協会 副会長
京都市教育委員

〈略歴〉

1940年 : 京都帝国大学理学部
卒業
同大学院入学
1943年 : 同理学部講師
1946年 : 同理学部助教授
1952年 : 京都大学化学研究所
教授
1979年 : 同退官

〈研究業績〉

実験原子核物理学
広島原爆直後の現地放射能調査、
1954年のビキニ環礁における超
水爆実験による放射性降灰の研
究、京都大学サイクロトロン
の建設等に從事。
その後、殻電子の関与する高次
の核現象を研究。即ち、外部作
用が放射能崩壊に及ぼす影響、
K 電子による陽電子消滅、 β 崩
壊や K 電子捕獲による K 殻内部
電離等 nuclear atomic 現象とい
う新領域で多くの業績を挙げた。
研究活動を通じ欧米各国に多数
の知人・友人をもち、海外にお
ける国際会議、研究所、大学等
での招待講演ならびに核物理関
係施設の視察・研究調査に出る
ことが多い。

デンマーク王立科学文芸学士院で選出された理事によって管理運営されることになり、同時に研究所の本館が完成して、ヤコブセン氏は、窒素の定量で有名な J. キエルダール教授 (Johan Kjeldahl, 1849-1900) と本格的な研究活動を開始した。キエルダール教授は、初代の化学部の部長となって学界に重きをなすに至ったが、1900年7月に不慮の死で世を去った。その後任として、1901年に、当時、無機化学、特に精密分析に優れた業績をあげ、既に2回も金賞牌を得ていた若いソーレンセン博士が、カールスベアグ研究所の化学部の第二代部長に迎えられた。

ソーレンセン教授の生化学方面における先駆的な数多くの輝かしい業績は、この研究所に移ってから開始された。そして多くの傑出した後進を育成し、カールスベアグは、生化学界において最も活発な研究所となった。

先生は先ず当時批判の多かった窒素定量のキエルダール法について改良を試みた。次に、蛋白質分解過程を辿る定量的方法として歴史的に重要なフォルモール滴定に関する研究《酵素研究Ⅰ》に進み、次々に酵素に関する研究を展開していった。多くの成果は、古典的文献となった《酵素研究Ⅱ》にまとめられた。大体次の4つの分野に分かれる。

第1は、水素イオン濃度の電氣的定量を取り扱い、誤差の原因について驚くほど徹底的に研究し、正確な水の解離常数を決定した。本文の最初に掲げた pH の定義を提唱したのもこの頃(1909)である。第2は、一定の pH の緩衝液を作る研究を中心としている。この緩衝液は、その後世界各国の研究室で広く使用されている。第3は、pH 測定の比色法。第4は、生体の触媒すなわち酵素の研究である。生活過程における pH の意義を初めて明らかにし、その後の生化学の華々しい発展の基礎を築き、生化学を精密科学たらしめたのである。

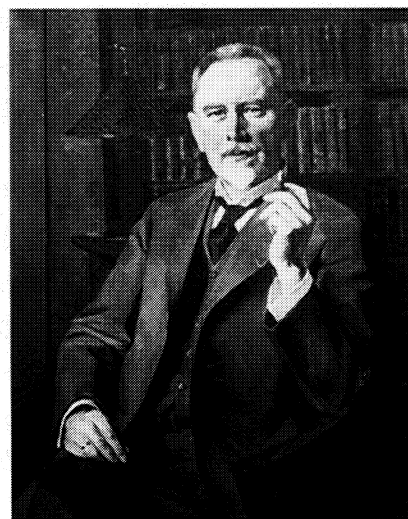
その後ソーレンセン教授の興味を中心は蛋白質研究へと向った。蛋白質の熱による凝固、特に卵アルブミンの結晶化に成功し、その電気化学的研究すなわち硫酸アンモニア中への溶解の異常性に関する多くの実験を行い、また卵アルブミンの浸透圧の実験により、これらの現象の解釈としてコロイド化学の立場によらず、蛋白のミセル構造説をとった。これらの研究はカールスベアグ研究所より有名な17冊の報告にまとめられて1917年に発表された。これは蛋白質化学のその後の基礎になった。晩年にはマルグレーテ夫人 (Margrethe Sørensen) と共に硫酸アンモニア中における一酸化炭素ヘモグロビン溶解度の研究や乳液内蛋白に関する大がかりな研究など重要な仕事をした。

ソーレンセン教授の科学的研究は、実用上にも大いに利用され、その仕事は研究所を運営する費用の何倍かの利益をカールスベアグ・ビール会社に与えたのみならず、広くデンマークの工業界に寄与した。

ソーレンセン教授の許からは、多くの優れた弟子が輩出した。彼等と、また世界各国から留学にきた研究者は、ソーレンセン教授の科学者としての真摯、高潔な人格を心に深く刻印されて、誰もが先生の弟子である誇りと先生に対する感謝の念に満たされていた。

pH の概念、pH 緩衝液の製法、pH の比色測定から出発して、酵素、蛋白質に関する多くの実験を展開して、生化学の歴史上輝かしい巨歩を印したソーレンセン教授は、稀に見る卓抜な実験家で、生涯を通じて研究に専念された。科学とそれを人類の福祉の向上に役立てることを常に熱望しておられた。先生は、非常に感じやすい性格で『美術、文学、音楽等は、先生の好むところであったかもしれないが、心の平静を擾すような事柄からは一切遠ざかっていた。真実の生活が行われるところに、心の悩みを打ち消すべき、より美しい道を見出していた』と、後継者の K.U. リナストロム・ラング教授 (Kaj Ulrik Linderstrøm-Lang, 1896-1959) も言っている。ソーレンセン教授こそ真の自然探求者であった。

Professor S. P. L. Sørensen at his age of 58 in 1926, painted in his office by the artist L. Find, 25 years after his appointment as head of Chemical Department of the Carlsberg Laboratory. The picture is hung in the meeting room of the laboratory.
《By courtesy of the Carlsberg Foundation》



ソーレンセン教授は、1938年1月に満70才の誕生日を親族、門下生に囲まれて元気で過ごしたが、その数カ月後に発病し、手術の甲斐もなく翌1939年2月12日の日曜日に身内の人々に囲まれて静かに逝かれた。永年、先生の許で働いたリナストロム・ラング教授が後継者となった。彼も、蛋白質化学の上で輝かしい多くの業績をあげて、カールスベアグの名声を高めた。

筆者は1981年秋コペンハーゲンに立ち寄った折、カールスベアグ研究所を訪問し、その昔ソーレンセン教授が仕事をされた実験室を見せていただき、そこに往時のままに実験機が配置され、いまなお使用されているのを見て、また研究所の玄関に入った広間の正面の壁に高く、1922年当時のソーレンセン教授とその門下生がこの実験室で働いている姿を画いた有名なデンマーク建国200年記念の名画を仰いで、感銘

一入のものがあり、北欧の国の学問の伝統の深さに心を打たれたのである。

大正11年（1922）早春、当時北海道大学の農学部助教授であった若冠30才の近藤金助先生（1892-1984）がここに留学し、2年間ソーレンセン教授の許で研究に専念された。名画のなかに近藤金助先生も画かれている。先生は、2年間留学された後、大正13年（1924）6月帰国されるや直ちに、大正12年に設立された京都大学の農学部の教授に任ぜられ、新進の意気で栄養化学講座を担当されると共に、新設の農学部の運営と発展に活躍された。帰国してから、近藤先生の先ず手懸けられた研究は、蛋白質が電解質溶液に溶解するときの異常現象をめぐって、師ソーレンセン教授の蛋白質のミセル構造説と、W.オストヴァルト教授（Wolfgang Ostwald, 1883-1943）のコロイド化学的解釈が学界で大論争になっていたことに対し、師の説をさらに進め、併せて電解質による蛋白ミセルの解離イオン化説を提示して、ソーレンセン教授の研究態度の正しいことを明らかにしたことである。一方、蛋白の溶解現象の説



Professor S. P. L. Sørensen and his pupils in his laboratory, painted by the artist N. V. Dorph in 1922.
Left to right: Kinsuke Kondo, H. Jessen-Hansen, G. Hangaard, C. Olsen, Prof. Sørensen, K. Linderstrøm-Lang, Margrethe Sørensen (Mrs. Sørensen). This picture (replica) is hung on the front wall in the entrance hall of the laboratory.
《By courtesy of the Carlsberg Foundation》

明にコロイド化学の法則を借用することが解釈を容易ならしめることをも指摘して、両者の論争を裁いたのである。近藤先生は、師ソーレンセン教授の名を辱めなかったというべきである。近藤先生は、帰国してからこうした仕事より出発して、広く食品の栄養化学的研究を発展し、我が国における栄養化学の先導者となられた。

なお、コペンハーゲンに留学した日本人は、明治36年（1903）10月より1年間、当時米国ペンシルバニア大学にいた野口英世博士（1876-1928）が国立血清研究所に留学したのが最初であろう。同博士は帰米して直ちに新設のニューヨークのロックフェラー医学研究所の研究員になった。次に筆者の知るところでは、理化学研究所の高嶺俊夫博士（1876-1959）が、大正9年（1920）から1ヵ年コペンハーゲン大学のN.ボーア教授（Niels H.D.Bohr, 1885-1962）の許に滞在し、新設間もない

理論物理学研究所（1921年3月3日に開所、現 The Niels Bohr Institute）で、同教授の要請により、原子構造理論の実験的検証となる分光学（ゼーマンおよびシュタルク効果）の実験的研究の発展に大いに貢献された。近藤先生は、コペンハーゲンに留学された第3番目の方である。当時、デンマークは我が国より最も遠い北欧の小国で、公使館も領事館もなかった。その頃、ドイツのゲッチンゲン大学で研究中の仁科芳雄博士（1890-1951）が、大正12年（1923）4月にボーア教授のもとで研究するために、コペンハーゲンに来られ、既に同地にあった近藤先生を尋ねられ、その下宿フレデリックスベアグのセレス通り3番地（Ceresvej 3, Frederiksberg）のヤコブセンと言う人の家の2階に共に住まわれ、1年ばかり両先生は同じ屋根の下に寝起きされてそれぞれの研究所に通われた。この下宿先は現在でも昔のままに残っている。仁科先生は7年間もボーア教授のもとにいて帰国され、我が国での原子核物理学の指導者となられたことはよく知られているところである。分野は異なるが、我が国学界の両巨頭（仁科先生が1年2ヵ月年長）が、若い日に、コペンハーゲンで同じ下宿に住み研究に専念されたのは奇しき因縁である。

近藤先生は京都大学の運営にも尽力され、2回も農学部長を勤められた他、堀場製作所の会長堀場雅夫博士の父君である堀場信吉教授（理学部化学、1886-1968）とも親交があり、喜多源逸教授（工学部工業化学、1883-1952）等と協力され、京都大学化学研究所の創設に参画され、1926年に、これが設立されるや堀場信吉先生および喜多源逸先生等と共に初代の所員に補せられ、発展に力を致された。また1946年9月、京都大学に食糧科学研究所が設置されるや初代の所長となられるなど、専門の栄養化学分野の活躍のみならず京都大学の発展に絶大な貢献を致された。近藤先生は昭和59年（1984）4月に92才の高齢で逝去された。

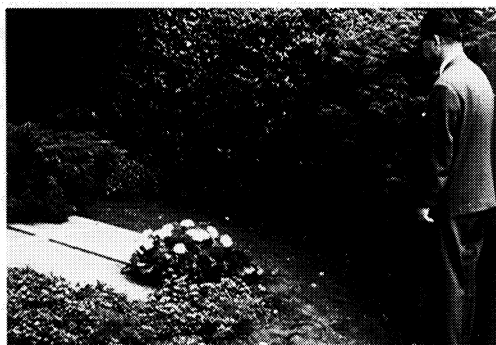
近藤先生の退官（1955）後、満田久輝先生（京都大学名誉教授、1914- ）が、栄養化学の研究を継承発展され、農学部に食品工学教室を設立された。この方面の研究は、満田先生の力によりさらに世界的に広く認められるに至り、食品工学教室、食糧科学研究所は、栄養化学・食品工学研究での世界における一つの中心となっている。満田先生は、1983年日本学士院会員に選出され、1986年にはアインシュタイン特別名誉科学賞を受賞される等、国内外の学会より名誉ある賞を贈られている。

満田先生は、1962年9月に欧米各国を巡遊された折、コペンハーゲンに立ち寄られ、先師近藤金助先生がその昔留学されたカールスベアグ研究所のソーレンセン教授の実験室に第四代化学部長 M. オッテセン教授（Martin Ottesen, 1920- ）を訪問し、また近藤先生がソーレンセン教授の許で研究されていた当時の有名な名画の実物をデンマーク国立銀行本店に尋ね、ご遺族を訪問し、市内の墓地に先々師の墓を訪ねて供花展墓された。満田先生は、帰国されて早速、当時ご存命中の近藤先生

を尋ね、コペンハーゲンでの数々の写真をお見せして語り合ったという。近藤先生、満田先生の美しい師弟の情を察し、ソーレンセン、近藤金助、満田久輝と三代にわたる学問の流れを想い、この小文の終わりに際して、筆者は無量の感慨を禁じ得ない。



In September 1962 Prof. and Mrs. Hisateru Mitsuda, successor of Prof. Kinsuke Kondo, i.e., Prof. Sørensen's following disciple, paid a visit to the bereaved family of Prof. Sørensen in Copenhagen.
《By courtesy of Professor Mitsuda》



In September 1962 Prof. Hisateru Mitsuda placed a wreath at the tomb of Prof. Sørensen in Copenhagen.
《By courtesy of Professor Mitsuda》

この小文を草にするに際して、尊敬する満田久輝先生よりソーレンセン教授および近藤金助先生のことについて貴重な情報と写真を提供していただき、またカールスベアグ研究所の化学部前部長オッテセン教授より『カールスベアグ研究所100年史 (The Carlsberg Laboratory 1886-1986)』の大冊と、数葉の写真をわざわざ送っていただいたことに対して深く感謝の意を表す次第です。 (1990年9月末日)

(注) 文中、デンマークの固有名詞に関する片仮名表示は、原語の発音にできるだけ近いものとした。

Biographical Sketch of Professor S. P. L. Sørensen — The Man who Established the Concept of pH —

Søren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939), a Danish biochemist, is the man who established the concept of pH, defining it as $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$.

He was born in Havrebjerg near Slagelse in Denmark as a son of an owner farmer. He graduated from the University of Copenhagen in 1881, and for following ten years he worked under Prof. S. M. Jørgensen (1837-1914) at the Technical University of Denmark in Copenhagen. J. C. Jacobsen (1811-1887), the founder of the Carlsberg Brewery in Copenhagen, established the Carlsberg Laboratory in 1876. Professor J. Kjeldahl

(1849-1900) became the first head of the Chemical Department of the Laboratory and worked until his tragic death in July 1900. Professor. S. P. L. Sørensen was invited as the successor of Prof. J. Kjeldahl in 1901.

It was at this laboratory that Prof. Sørensen carried out numerous pioneering works by his elaborate experimental technique in the field of biochemistry. In earlier stage his researches are categorized in the following four domains: (1) electrometric method of determining hydrogen ion concentration, (2) preparation of pH buffer solutions, (3) colorimetric method of measuring pH, and (4) application of these procedures to study on enzymes and proteins. The results in these fields by his group were summarized in "Studies on Enzymes I and II." Then his interest was moved to biological processes of amino acids and protein. Their brilliant achievements were published in 17 reports from the Laboratory. Some of these became a classic work in the real sense of the word and continued materials for many papers, i.e., serving as a foundation of protein chemistry. It is noted that he studied on coagulation of proteins on heating and then succeeded in crystallizing the protein egg albumin by ammonium sulphate precipitation (1936). The Carlsberg Laboratory became renowned as one of the world's most productive centers of study in the field of biochemistry, attracting many chemists all over the world. Professor Sørensen, gifted with rare talent as a chemist with a fervent hope for progress of human welfare and peace, passed away peacefully on February 12, 1939; he was succeeded by Prof. K. U. Linderstrøm-Lang (1896-1959).

In fall 1981 the author had an opportunity to visit the Carlsberg Laboratory and could see the experimental lab where Prof. Sørensen worked still in use with the same arrangement of experimental tables when he was working. The wall of the entrance hall is embellished by the memorial painting, in which are shown Prof. Sørensen and his young colleagues at work in that lab, including the young Kinsuke Kondo who studied there in 1922-1924.

Kinsuke Kondo (1892-1984) became a professor of Faculty of Agriculture of Kyoto University upon his return to Japan in 1924, and was eventually a leading figure in the field of nutrition chemistry in Japan. Professor Kondo was a good friend of Prof. Shinkichi Horiba (1886-1968), father of Dr. Masao Horiba, the founder of HORIBA, Ltd. Professor Kondo worked enthusiastically in cooperation with Prof. Shinkichi Horiba and Prof. Gen-itsu Kita (1883-1952) and others to establish the Institute for Chemical Research of the University in 1926. In the first stage of development of the institute they served as its leading staff. Professor Kondo also founded the Research Institute for Food Science of the University in 1946.

Upon Prof. Kondo's retirement, Prof. Hisateru Mitsuda (1914-) assumed the post in 1955. In September 1962, Prof. Mitsuda paid a visit to Prof. M. Ottesen (1920-), the fourth head of Chemical Department of the Carlsberg Laboratory, and then placed a wreath on the tomb of Prof. Sørensen in Copenhagen. Professor Kondo was died at an advanced age of 92 in April 1984.

A stream of the academic heritage from Prof. Sørensen to Prof. Kondo and then to Prof. Mitsuda is still continued in Kyoto.

