特集 3

『舎密開宗』からたどる，和名「塩酸」，「 塩素 」の名称の起源について

東大寺学園中・高等学校　　松川　利行

1. 緒言

塩酸・硫酸・硝酸は，初等中等教育課程理科で学ぶ代表的な酸である。化学的分類では，硫酸と硝酸はオキソ酸で，塩酸はそれらとは異なり水素酸である。しかし，日本語表記の類似性から，その種類の違いを知っている人は意外と少ない。酸の名称は，英語表記では表1に示したように種類別に系統だって命名されている。しかし，何故か日本語ではこれらの名前が不統一に訳されている。

表1 代表的な酸の英名と和

オキソ酸		
$HClO_3$	Chloric acid	塩素酸
H_2SO_4	Sulfuric acid	硫酸
HNO_3	Nitric acid	硝酸
H_3PO_4	Phosphoric acid	リン酸
H_2CO_3	Carbonic acid	炭酸
水素酸		
HCl	Hydrochloric acid	塩酸
HBr	Hydrobromic acid	臭化水素酸
HI	Hydroiodic acid	ヨウ化水素酸

日本語の類似性という点では，「塩酸」という名称は，むしろ $HClO_3$(chloric acid)に対して付けられるべき和訳で，HCl は「塩化水素酸」とするべきであったのではないか。また，chloric からは「塩」という和訳は当てはまらないが，何故このような名称がついたのか。

これらの疑問について，『舎密開宗』に記されている HCl に関わる物質の命名の起源を調べていくと興味ある知見が得られた。関連して，和名の元素名「塩素」の起源についても言及する。

2. 和名「塩酸」の由来

2.1 宇田川榕庵と『舎密開宗(せいみかいそう)』

「塩酸」という和名をつけたのは，近代科学用語の基礎を作ったといわれる幕末の蘭学者，宇田川榕庵と考えられる。榕庵が翻訳した『舎密開宗』[1]の巻六第百十六章に「塩酸」の記述がある(図1)。

この本は，天保七年(1836年)に書かれ，天保8年から弘化3～4年にかけて出版されたといわれている。

『舎密開宗』の翻訳原本については，序例[2]に榕庵自身が次のように書いている。「本書の原本はイギリス人，ウイリアム・ヘンリー氏の著述であって，化学入門という意味の書名である。ドイツ，エルフルト市の化学者，トロンムスドルフ氏は，その2版について訂正し，注を加えて自国語に訳した。次いで，オランダの医学教授兼化学教授アドルプス・イペイ氏はさらにこれを訂正し，自国語に訳し，1808年首都アムステルダムで刊行した。・・・」

図1 『舎密開宗』巻六　第百十六章

この記述に関しての考証は，坂口正男の論文『舎密開宗攷』[3]が詳しい。それによると，この本のもともとの原書は1801年に初版が発行されたイギリス人ウイリアム・ヘンリー(W. Henry)の‘An Epitome of Chemistry’の第2版で，これをドイツ人トロムスドルフ(J.B.Trommsdorff)が増補翻訳したもの‘Chemie für Dilettanten’を，さらにオランダ人のイペイ(A. Iipeij)が転訳した『初学者のために書かれた化学の入門書』‘Leidraad der Chemie voor Beginnennde Liefhebbers’を邦訳したものであるという。したがって，『舎密開宗』の直接の翻訳原本はオランダ人イペイのオランダ語転訳本であるが，究極の原本はイギリス人ヘンリーの著書ということになる。しかし，『舎密開宗』に転載されているイペイの翻訳書の序文に書かれているように，中間訳のドイツ人トロムスドルフは，ヘンリーの本を単にドイツ語に翻訳したのみならず，トロムスドルフ自身の著作といってもよいほどに自ら内容を書き加えている[4]。この事実から，「塩酸」という単語の直接の原語はこのトロムスドルフの本に記載されていたものと推測できるが，理由は後ほど述べる。榕庵は果たして翻訳原本のどのような単語を「塩酸」と訳したのだろうか。

2.2 究極の原著，ヘンリー本について

ヘンリー本は初版が1801年に発刊されている。当時のヨーロッパ化学界を先導していたのはラボアジエを筆頭とするフランスである。

ラボアジエは1774年「質量保存の法則」を見出し，燃焼におけるフロギストン説を打ち砕いて近代化学の礎を築いた人物である。この時代には，それまで錬金術師達によって蓄積されてきた物質に関するさまざまな知識を，整理統合する動きが出てきた。これらの中から，化合物の命名法も系統的に分類したものに改革しようとする企てが起こってきた。ラボアジエは，ドゥー・モルヴオー，フールクロア，ベルトレーたちと委員会を開き，その成果を『化学命名法』という表題で1787年に公にしている。そして1789年には，この命名法を含む脱フロギストン説に基づく当時の化学知識の集大成を『化学概説』‘Tratié élémentaire de la chimie’として著したのである[5]。

ヘンリー本の参考になったのは，当時最も先進していて権威のあったラボアジエの化学体系であって，『化学概説』の内容がヘンリー本のベースになっているものと推察される。

『化学概説』に掲げられたラボアジエの元素表では，元素を4群に分けている。それまで錬金術師達により体系付けられていたフロギストン説が否定されたのを受けて，ラボアジエは，フロギストンの代わりに酸素を反応の中心に置き，元素を酸素との関係で新たに分類したのである。この中の第2群には酸素と化合して酸を生じる元素が分類されている。ラボアジエは，酸素 oxygen の命名者でもあるが，酸素の語源は「酸を造るもの」[oxy-(酸)＋-gen(…から生じたもの)]であることは有名である。すなわち，酸性を示すものは全て酸素を含んでいるもの(今でいうところのオキソ酸)と考えていた。

当時，酸性を示す物質は，現在では硫酸・リン酸・炭酸・ホウ酸・フッ化水素酸・塩酸と呼ばれている6種類が知られていたようで，ラボアジエはそれらの酸を形成する元素を第2群としたのである。ただ，この当時に元素として認識されていたものは，硫黄(対応する酸は硫酸)・リン(対応する酸はリン酸)・炭素(対応する酸は炭酸)の3つで，ホウ素・フッ素・塩素は未定(未発見)であった。そのため，ラボアジエの元素表には radical boracique，radical fluorique，radical muriatique と記されている。radical というのは酸素と化合して酸となる基(元素)という意味である。ホウ酸の未知の元素を radical boracique として，ホウ酸をその酸化物としたのは正解であったが，水素酸である塩酸・フッ酸(フッ化水素酸)も未知の元素の酸化物としたことは後世に混乱を起こす原因になった。これから解き明かしていくように，まさにこの事情が，日本語表記の「塩酸」，「塩素」に関する化合物の名称の混乱の原因にもなっていたのである(ただし，和名ではフッ酸も塩酸同様使われていたが，現在はフッ化水素酸と呼ばれるようになっている)。

塩酸は海水を煮詰めたものに硫酸を加えてできるものとして800年ごろには錬金術師達の間には知られていたようである。

1652年，ドイツ人グラウベル(J.R.Glauber)は，海塩に硫酸を注いで蒸留し発煙海塩精を得た。当時その成分は同定されなかったが，1772年，フロギストン説信奉者のイギリス人プリーストリーは，salt(塩)に硫酸を作用させる方法で純粋な塩化水素ガスを得て，それを「海酸気(marine acid air)」と命名した[6]。ラボアジエはこれを酸素と未知元素から成る物質と考え，ベルトレーはこの未知元素を仮に muriatiqueum(現在の塩素に対応する)と命名し『化学命名法』に記載したのである(この解説は，『舎密開宗』の百十六章に詳しい)。この命名方法にしたがい，塩酸はフランス語で acide muriatique (muria はラテン語で海水の意味)と表記された。英語表記では muriatic acid になる。和訳すれば「海酸」であろうか。「海水から得られる酸」という意味である。このように，塩酸は遡ればもともと硫酸などと同じオキソ酸として分類命名されていたのである。

2.3 海酸(muriatic acid)から塩酸へ

『舎密開宗』の究極の原本に当たるヘンリーの本，‘An Epitome of Chemistry’では，ラボアジエの化学体系を参考にしているので塩酸は muriatic acid と表記されていたと考えられる。この単語からは「塩」という和訳は出てこないはずである。

ところが，トロムスドルフによってドイツ語に訳

されたものを，さらにオランダ語に転訳した，『舎密開宗』の直接の和訳原本『初学者のために書かれた化学の入門書』には，zoutzuur と表記[7]されている。オランダ語 zout は英語では salt，zuur は acid である。したがって zoutzuur は直訳すると「塩酸」ということになる。このことから，榕庵はオランダ語を日本語に直訳しただけであることがわかる。

muriatic が西洋での翻訳過程のどこで，何故 salt に変わったのだろうか。当時のオランダは化学においては後進国であったと思われるので，イペイが意訳したとは考えにくい。これは，イペイがオランダ語に翻訳したドイツのトロムスドルフ本ですでに変わっていたものと推察できる。

salt はサラリーの語源であるように古代エジプト時代から知られていた物質である。多分これは岩塩であろう。しかし，最初に塩酸を単離したのは錬金術師である。その方法は，海の水を蒸発乾固して得られたものに，硫酸を注いで造るというものだ。それで“海水からとれたもの”という用語を使っていたものと考えられる。ところが，ヘンリーの本をドイツ人トロムスドルフがドイツ語に翻訳した時点では，先に述べたように，プリーストリーによって開発された，salt(塩)に硫酸を作用させて造る方法が一般的になっていたと考えられる。そのため，岩塩(salt)の産出量の多いドイツでは acide muriatique ではなく salzsäure(salz=salt，säure=acid)と意訳した単語が通用していたのであろう。ちなみに，salzsäure に対応すると考えられる英語 salt acid という単語は辞書には見当たらないので，ヘンリー本に記載されていたとは考えられない。先に述べたように，トロムスドルフは発行の序で，「3 年前に発表した初版に比べ，ある部分は本文を書き直したり，新しい発見や知見を書き加えたりした」[8]と書き記していることから，彼は原本の acide muriatique を salzsäure と自国語に翻訳したと考えるのが妥当だろう。イペイはドイツと同じ言語圏のオランダなので，ただ単にドイツ語を zoutzuur(ソウトシュール)とオランダ語に直訳しただけだったのだろうと考える。そしてまた，宇田川榕庵も同じく，イペイ本のオランダ語を直訳して「塩酸」と命名したのであろうことは想像に難くない。

３. 和名「塩素」の由来

3.1「酸化塩酸」とは

酸は全てオキソ酸と考えていたラボアジエの時代には，acide muriatique(海酸)は，radical muriatique(元素)と酸素の化合物と考えていたので，単体塩素について，『舎密開宗』からも面白い勘違いがわかる。

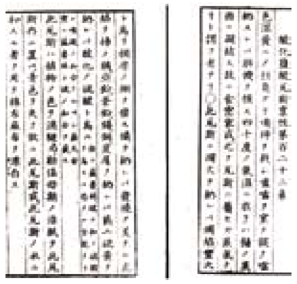

図２　酸化塩酸ガス

『舎密開宗』巻六百二十一章に「酸化塩酸ガス」という章がある(図２)。ここに，「塩酸と酸化マンガンをレトルトに入れ，曲管をつなぎ，ランプの火で蒸留すると，このガスが発生・・・」と製法が書かれ，ついで百二十二章「酸化塩酸ガスの性質」の章では，「色は深黄色で異臭激しく，嗅覚を刺激し，呼吸をふさぐ・・・。このガスは植物の色を退色させる。リトマスの染紙をこのガスの内に置くと，青色が消える。ゆえにこのガスまたはそれを溶かしたものを用いて綿布，麻布を漂白する。」[9]とある。この「酸化塩酸ガス」は塩素のことであることは記述の内容から明白である。

塩素の単体をはじめて分離したのは 1774 年で，フロギストン説の大家，ドイツのシェーレである。まだフロギストン説が支配していた時代であったので，シェーレの発見した気体(塩素)は単体とは認識されていなくて，当初は脱燃素海酸(dephlogicated marine acid)と名付けられた。しかし，ラボアジエらによってフロギストン説が否定されてしまうと，ベルトレーはラボアジエの考えに則り，radical muriatique を酸化したもの(acide muriatiqu〔塩酸〕)をさらに酸化したもの(acide muriatique oxygéné)と名付けた[10]。ヘンリー本の英語では oxygenated murinatic acide，イペイの本のオランダ語では overzuurd zoutzuur となっている[7]。これを日本語に直訳して『舎密開宗』では Cl_2 が「酸化塩酸」となったわけである。

3.2　塩素の再発見と HCl の新命名

海酸(muriatic acid)やオキシ海酸(oxymuriatic acid)から，いくら実験をしても酸素を検出することはできないことを確信したイギリスの化学者デーヴィーは，海酸を酸化して得られるオキシ海酸(oxymuriatic acid)は元素(単体)と考えた方が妥当であるとし，1810 年，これにクロリン(chlorine)と名付けた[10]。chlorine の語源はギリシャ語の chloros(黄緑)で，単体ガスの色に因んで付けられた名称である。

その後，1812 年のヨウ素の発見に続き，ヨウ化水素酸の研究やシアン化水素酸などが研究され，これらが酸素を含んでいないのに酸性を示すことがわかるに及んで，ヨウ化水素酸などとの類似性から，塩酸も水素が主体の酸であると断定した。

ここに来て，権威であったラボアジエの元素表の第 2 群命名法の根拠が崩れ去り，西洋では新たな命名法を決める機運が高まった。それを受けてスウェーデン人ベルセリウスは，1811 年に新たな統一命名法を提案した。この時塩素については，ベルセリウスも懇意にしていたデーヴィーの命名 chlorine を尊重して決められたのは当然であろう。

現在，多くの諸外国では，塩素の元素名はデーヴィーの命名にしたがっている。英語以外の表記は，chlore(仏)，chlor(独)，cloro(伊・西)，chloor(オランダ)と，ほとんどの国で chlorine に対応した表記である。漢字の国 中国では chlorine を「氯」と書くが，これは「緑の気体」という意味であることは漢字の形から想像できる。

一方，HCl についての表記を「塩酸」としてインターネットの翻訳辞典[11]を使って調べてみると，英語表記は hydrochloric acid，オランダ語では hydrochloric zuur，フランス語では acid chlorhydrique，イタリア語で acido chloridrico である。このように，ほとんどの国で化合物も新命名法に統一されていることがわかる。

ちなみに，英語の muriatic acid に対応する訳語をインターネットの翻訳辞典[11]で調べてみると，ドイツ語では muriatishe säure，イタリア語では acido muriatico と現在も残っているが，オランダ語では zoutzuur が出てきて，muriatic acid に対応した単語は無い。この事実は，化学後進国のオランダに紹介されたときには，ドイツで意訳された salzsäure としてしか伝わらなかったことを示しているのではないかと考えられる。そして，もともと翻訳化学しか無かった化学後進国のオランダでは，輸入翻訳語の zoutzuur に対してこだわるさしたる理由も無いので，さっさと 1811 年のベルセリウスの統一命名法に切り替えてしまったのであろう。

化学知識の導入の起源と当時の状況をオランダと同じくする日本，中国も muriatic acid の翻訳では「塩酸」と訳され，古語 muriatic acid に対応する「海酸」は辞書に存在していないのは興味深い。

ただし，現在使われている中国化学教科書[12]を見ると，中国では 1811 年の統一命名法に則した「氢氯酸」(氢は中国語の水素)が使用されていて，「盐酸」は俗称として書かれている。中国では現在世界標準に統一しようとしていることが窺える。

このように，ドイツだけが muriatic acid と salzsäure の 2 つの用語を現在も有しており，フランスからイギリス，そしてドイツからオランダ，日本へと流れる情報のルートを考えると，ドイツ以前は muriatic acid だけ，そしてドイツ以後は salzsäure に対応する単語だけが伝わっているという事実は，ドイツのトロムスドルフ本から「海酸(muriatic acid)」を「塩酸(salzsäure)」と表記していたのであろうという推測を裏付けるものである。

3.3　元素 Cl の日本語名が塩素である理由

以上述べてきたように，西洋では物質としての単離は，オキソ酸と勘違いした酸の muriatic acid が先行して単離されたために，その後，シェーレにより化合物(酸化物)として単離同定された Cl_2 の名前は，前述のように acidiumu muriaticiumu oxygenatum と化学的に全く間違ったものになっていた。そのため，イギリス人デーヴィーが単体として再発見し命名した，全く新しい chlorine という名称が，すんなり元素名として採用され，化合物もこれに対応するように命名し直されたのである。

ここで不思議なことに気付く。日本において元素 Cl の名称が「塩素」であるのは，ラボアジエの時代の名称に起源のある古名「塩酸」のほうに連携していて，世界の趨勢とはまったく逆の対応になっている。一方，単体の再発見の歴史過程を考えると，榕庵は Cl_2 の再発見以前のラボアジエの化学体系によって編纂された本から翻訳したのだから，ラボアジエの時代，塩素は未発見であったので「塩素」と訳した原語はその本には存在しえないはずである。

この疑問に答えるためには，『舎密開宗』の引用文献についての検討が必要である。『舎密開宗』はオラ

ンダ人イペイが転訳した『初学者のために書かれた化学の入門書』（『舎密開宗』では『依氏舎密』という）を中心に邦訳されているが，実はそれ以外にも1788年の『葛氏舎密』から1827年の『蘇氏舎密』に至るまで，20数冊のオランダ翻訳本を引用したと『舎密開宗』の序例[2]に明記されている。

ラボアジエの『化学概説』の発表からの30年間は，化学にとっては錬金術の時代から脱皮し，近代化学が誕生した革命的な時であった。この中の『蘇氏舎密』は引用文献中最も新しいものの一つで，スマルレンビュルク（F.van Catz Smallenburg）著 'Leerboek der Scheikunde.' 3 vole のことである[13]。この本には，デーヴィー以後のヨーロッパの化学革命の新知見が収められている。榕庵は，これらの参考書によりヨーロッパにおける化学革命の実状をかなりな程度知っていたようで，『舎密開宗』には必要に応じて，それらの参考書からの知見を増注として併記している。たとえば，先にあげた巻六百二十一章の「酸化塩酸ガス」の章では，増注として「『蘇氏舎密』によれば，1774年シェーレ氏がはじめて塩酸に酸化マンガンを加え，蒸留してこれを得た。その時はこれをフロギストンを失った塩酸とみなして，脱フロギストン塩酸と名付けた。その後，ベルトレーはミュリアチキュウムのさらに酸化したものとして，過酸塩酸と命名した。近年，ゲーリュサックとテナールは，その酸素を分離しようと考え，あらゆる手段を尽くしたが，ついにこれを得ることができなかった。これによって，このガスは，酸素を含むものではなく，純粋な一元素であるとして，この元素をスロリン，またはスロニウム（ここは黄緑素と訳す。原語はこの色に因む名前である）と名付け，デーヴィー氏はハロゲニウム（ソウト・ストフ＝塩素）と名付けた」（図 3）と，シェーレの塩素の発見からデーヴィーに至る再発見までの経緯を詳しく紹介している[9]。ここではスロリンは「蘇魯林」と表記されているが，

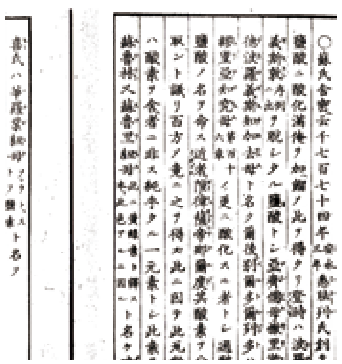
図３　ソウト・ストフ（塩素）

chlorineがオランダ語ではクがスに発音されるためらしい。この増注で注目できるのは，「ハロゲニウム（ソウト・ストフ＝塩素）」と書かれていることである（図３，最後の行）。

『舎密開宗』において「塩素」という単語が出てくるのは，実はここが初めてではない。序例に「今日までに純一な元素の数は約50余種に達したという。次にこれらをいろはの音順に列挙し，初学者の記憶，暗唱の助けとする（漢名，訳名，オランダ名はそれぞれの下に割り注とし・・・）[2]とあり，そこの"す"の欄に「すろりん」［ソウト・ストフ（＝塩素）］と明記されている。

オランダ本を主たる原本としている本なのに，ここでの元素名には英語表記を基本としているのは驚きである。

榕庵が化合物の名称に特に参考にしたのは，トロムスドルフの『合薬舎蜜』（'Leerboek der, Artsenymengkundige, Proefondervindelijke Scheikunde, 1815 2vols）と『和蘭局方』（'Nederlandsche Apotheek, 1826）であるといわれている[14]。『和蘭局方』は発行年が1826年ということで，これは化学革命以後のデーヴィーたちの新知見を取り入れたものとなっている。序例の元素名はここからの引用であろう。以上より，増補の内容の真偽は措くとしても，デーヴィーのClの再発見以後，ヨーロッパでは「スロリン」，「ハロゲニウム」，「ソウト・ストフ」の3つの名称が存在していたことがわかる。それぞれの原語は，chlorine，halogenium，zoutstofが対応する。

榕庵は，chlorineに関しては，そのまま表音で「スロリン」とするか，あるいは「黄緑素」と訳していて，zoutstofは「塩素」と訳している。その後の世界の趨勢からいえば，榕庵が「スロリン」あるいは「黄緑素」を採用しておけば世界標準になったはずであるのに，何故マイナーな「塩素」のほうを選択したのであろうか，興味が湧く。

榕庵は，先に述べた序例[2]の「元素名一覧」において英語名を最初に挙げていることから窺えるように，ヨーロッパではデーヴィーたちのイギリス系化学会が，勢力を持ちつつあることを十分理解していたと思われ，chlorineが主流になっているといった事情も十分知りえたはずである。それなのに何故chlorineを採用せず，さほど通用していなかったと

思われるzoutstofを採用したのだろうか。

それは，榕庵は『舎密開宗』の翻訳に先立って，ラボアジエの研究に相当打ち込んだ時期があり[15]，そのため，彼の頭の中はラボアジエの『化学概説』の影響下にあったためではないかと思われる。ラボアジエの時代の命名法は，carbonはラテン語のcarb（木炭）から，ラボアジエの命名によるhydrogen（フランス語でhydrogène）は，「水を生ずるもの」を意味することを見てもわかるように，分離された物質の由来に関係した名前になっているものが多い。確かに，周期表の元素名を見ていても，分離された物質名由来に関係した元素名は親しみやすい。ラボアジエの『化学概説』に親しんでいた榕庵も同じ気持ちであったのではないかと思う。

「塩酸」という命名は「海酸」からきている。そんな思いもあって，榕庵は新元素Clの和名の訳にchlorine「黄緑素」よりもzoutstof「塩素」を選んだのかもしれない。いっそうの事この時点で，「塩酸」を$HClO_3$（本来は，最高酸化数にあるオキソ酸の$HClO_4$に対してつけるべきだったもの）の名前に変更し，HClは「塩化水素酸」と意訳する知恵があればよかったのにと悔やまれる。そうすれば酸素酸・水素酸の分類と元素名が，和名でも一応はつじつまは合うことになる。

当時はまさにラボアジエから始まった化学革命進行中の発展途上，西洋から移入する情報が錯綜していたので，榕庵は，デーヴィーのchlorine発見以後の世界の新しい流れは増補として取り入れつつも，知らなかったからではなく，彼の化学知識の原点はあくまで『化学概説』にあったために，採用しなかったのであろうと考える。だから，ラボアジエの元素分類の流れにある原語zoutzuurからの翻訳単語「塩酸」を尊重し，それとの日本語名での統一性という点を重視して，マイナーなzoutstofを採用し元素名を「塩素」としたのだろうと推察できる。その結果，世界各国が「スロリン」を採用し関連化合物名もすべて新しく命名し直したのとは裏腹に，日本では元素名の方を先祖がえりさせたような「塩素」が定着した。

4. まとめ

水素酸のHClの日本語名が，硫酸や硝酸といった酸素酸と同様の表記になっているのは，ラボアジエの元素の分類に起源があることがわかった。

元素名「塩素」については，その起源は一時オランダで使われていたzoutstofの翻訳であるが，現在対応する単語はヨーロッパ原語では消滅したのか見当たらない。デーヴィーがClを再発見して以降，世界各国はClに関する命名を一新したのに対し，Clの元素名に錬金術師の時代の海酸に因むsaltを採用している日本は，きわめて例外的であることがわかった。

これには，日本の西洋化学の原典といわれる『舎密開宗』を著した宇田川榕庵が果した役割は大きいと考える。

参考文献[1]にアドレスを示したが，『舎密開宗』の元本は中村学園のHPに掲載されている。

なお，本内容は奈良県高等学校理化学会会報に発表したものである[16]。

参考文献

1）宇田川榕庵，舎密開宗
http://www.lib.nakamura-u.ac.jp/yogaku/seimi/index.htm（2009年8月1日現在）
2）田中実校注，舎密開宗　復刻と現代語訳，講談社，1975，pp.8-16.
3）坂口正男，菊池俊彦，道家達将，田中実，舎密開宗　研究，講談社，1975，p.2.
4）田中実校注，舎密開宗　復刻と現代語訳，講談社，1975，p.2.
5）久保昌二，化学史，白水社，1969，pp.44-46.
6）A.I．アイド，現代化学史1，みすず書房，1972，p.49.
7）坂口正男，菊池俊彦，道家達将，田中実，舎密開宗　研究，講談社，1975，p.50.
8）坂口正男，菊池俊彦，道家達将，田中実，舎密開宗　研究，講談社，1975，p.10.
9）田中実校注，舎密開宗　復刻と現代語訳，講談社，1975，pp.143-144.
10）久保昌二，化学史，白水社，1969，pp.79-81.
11）翻訳辞典
http://www2.worldlingo.com/ja/products_services/computer_translation.html（2009年8月1日現在）
12）普通无机化学　北京大学出版社，1994，p.53.
13）坂口正男，菊池俊彦，道家達将，田中実，舎密開宗　研究，講談社，1975，p.25.
14）坂口正男，菊池俊彦，道家達将，田中実，舎密開宗　研究，講談社，1975，p.45.
15）坂口正男，菊池俊彦，道家達将，田中実，舎密開宗　研究，講談社，1975，p.21.
16）松川利行，奈良県高等学校理化学会会報　2008，47，pp.18-24.