

熱と火

—— カント自然学覚書 (2) ——

高橋 康 造

Wärme und Feuer

—— Eine Untersuchung über die kantische Naturphilosophie (II) ——

Abstrakt

In dieser Abhandlung bringen wir in Betracht Sinn und Bedeutung der Kantischen Meinungen über das Feuerelement (*materia ignis*), welches die große Rolle in seiner Habilitationsschrift, '*De Igne*' (1755) spielt. Und wir verfolgen seine Art der Behandlungen von diesem Element in seinen 'Reflexionen', und dann befragen den 'Nexus' seiner wechselnden Hinsichten. Unsere Behauptung ist diese: Kant versucht die Phänomene, insbesondere die chemischen wie das Brennen, mechanisch zu erklären, nicht durch die Relationen der chemischen Kombination oder Dekomposition. D. h. er redet nichts von der eigentlich chemischen Sphäre, sondern er will vielmehr diese Sphäre durch die Zustände (Übergang, Quantität, usw.) gewisser Körpermolekülen, besonders durch die des Feuerelements oder der ätherische Materie erklären; und es ist unnötig und unmöglich, unserer Analyse nach, einen 'Nexus' zwischen '*De Igne*' und '*Opus Postumum*' bestätigen zu versuchen.

Key Words: Ignis, Aether, Chemia

序

カントが「火」について主題的に論じたのは『火について』(*De Igne*)という、1755年にラテン語で書かれた論文のみであるが¹⁾、この論文はカントの著作の中で、またはヨーロッパの近代科学史の中でどのような位置づけを与えるべきかを、本稿で論じることにする。最初の問に関しては、以下で明らかになるように、また次稿でも裏書きするつもりであるが、この小論文はカントの他の著作などと、特に最晩年の遺稿、『オプス・ポストムム』とは何らかの連続性を持っているとは考えられない、ということである。このような連続性を指摘する人もいるが、その論拠が薄弱であることが明らかとなろう。

次の問については、この論文は火に関するものと銘打っているものの、(近代)化学史の中にこれを位置づけることは困難であり、むしろ物理学の領域に属するものと見なすべきであろう。というのもそこでは化学的な変化が主題とされていないだけでなく、燃焼のような化学現象固有の領域すら機械論的に説明しようとする姿勢がうかがえるからである。

これらのことを、特にアディッケスの研究書を参照しながら、論じていきたい²⁾。

第一章 「火について」

この章では「火について」について、(1)でこの論文の成立事情を略述し、(2)でこの論文の概要をまとめ、次の章でその内容の問題点を順に検討していきたい。

平成14年12月26日受理

* 総合教育センター・助教授

(1) 「火について」の成立事情

1755年前後にカントはおびただしい数の論文を公にしている。1754年に「地軸について」と「地球老化論」とを、翌55年に宇宙の起源と生成を論じた「天界論」(これはアカデミー版全集でゆうに150頁を超える労作)と、我々が今論じることになる「火について」、そして「形而上学の新解明」、56年にも「地震論」など5篇の論文が出されている。

松山壽一の指摘するところによれば³⁾、これらの論文のほとんどは、当時フランスやドイツのアカデミーが募集していた懸賞課題に呼応するもので、まだ大学に職を得ていなかったカントが、いわば就職活動として文字通り超多作の論文執筆となったのである。カントの「火について」は、前稿でも触れておいたように、フランスの王立科学アカデミーが「火の本性とその伝播」について1738年に応募した懸賞課題に対応するものであることは明らかである。課題の発表年から少し間をおいているとはいえ、カントは当時の懸案事項を意識してこの論文を書いたのは間違いないであろう。

上で指摘したような超多作は、自ずと論旨の一貫性欠如や下調べ不足、さらには勘違いなどを引き起こすこと恐れがあるが、以下でこれらのことにも触れることになろう。

(2) 「火について」の概要

この論文の構成は、前文、第1章「固体と流体の本性について De corporum durorum et fluidorum natura.」、第2章「火物質ならびにその変様態である熱と冷について De materia ignis eiusque modificationibus, calore et frigore.」となっている⁴⁾。第1章の内容からして、「火」についての論考としては奇異の感を抱かせる。というのもそれは微少世界の物理学を主に論じており、燃焼やこれによる化学的な変化などが議論の対象となっていないからである。

第2章についても、その題目からして火の変

様態として「熱(物質)」と「冷(物質)」の存在を予想させるが、少なくとも「冷(物質)」については一切言及されていない。

この点についてはまもなく論じることにするが、カント自身の論の運びからして、論議がしかるべき構成のもとに展開されていないことがすでに指摘できよう。

序文に相当する「立論の理由」(Institutio Ratio)において、カントは自分の試論について控えめにささやかなものであることを断り、恣意的で仮説的な証明の仕方をおこなわないことをまず宣言する(I, 371: sollerter cavi, ne hypotheticae arbitrariae demonstrandi rationi liberius ... indulgerem)。実験的事実や幾何学的方法に従いつつ論をすすめることを決意した後で、カントは「火の力」がわけても物体の希薄化に関わることから、最初に「物質の凝集と流動性」について確認しておくのが自然である、とする。

第1章(SECTIO I)の最初の節(命題I及びその論証)以下で、カントは図解しながら粒子の運動論を論じる。

図1は砂時計の砂の小山のような形をしているが、それぞれの丸い形はいわゆる物質の「粒子」(particula)または要素(elementum)である。ここでカントは、これらが崩れることなく

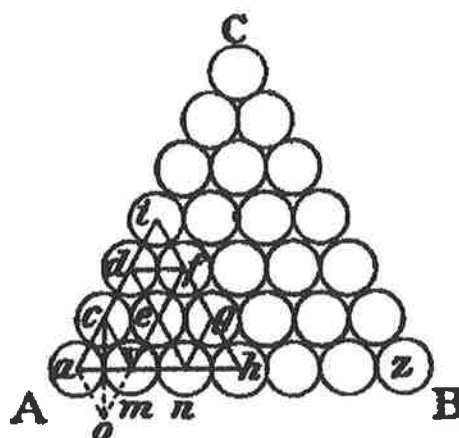


図1

一つの塊 (massa) を保持できる条件を考察する。第一節ならびにこれに続く節で、最初に粒子の形が球形で滑らか (glaber) であるだけでは不十分であることを指摘する (ただしこれらの節では液体を液体たらしめている働きについては言及されていない)。この小山のような集結 (acervatio) を一つの塊 (massa) にして、液体の形を取らないのは、それぞれの粒子または要素の間に込められている「或る弾性物質」の働きによるとされる。この物質は、粒子間を媒介する (mediare), または粒子間の間隙 (interstitia)⁵⁾ に割ってはいる (intercedens) 媒介物質であるが、その媒介作用によりいわゆる状態変化が説明される。この限りでカントの態度は機械論的なものと言えるであろう。

ところでこの弾性的な媒介物質の何を媒介するのであろうか。常識的に考えれば、上のような粒子の小山状の集結が崩れずに一定の塊を形成するのは、上からの重みに対する摩擦抵抗の拮抗で片づけられようが、カントはこのようなことに一切言及せず、第二節の語るところによれば、この媒介物質による諸粒子の圧力の相殺で上の事態を解決しているようである。第二節でおよそ凝集 (固体のであれ、液体のであれ) が成立するのはこの物質の次のような作用である、とされる。

cuus ope momentum ponderis sui quaquaversum aequabiliter possint communicare (I, 372)

この (物質の) 働きにより、自らの (これらの粒子の) 重さのモーメントが等しく伝わることができる。

かなり無理な理由付けであるが、カントはとにかく物体 (または流体) の集結状態や凝集という現象をこの介在する弾性物質の媒介作用に求める。

カントはこのような弾性物質の媒介作用を前提にして、第3節以下で固体や流体 (液体) に

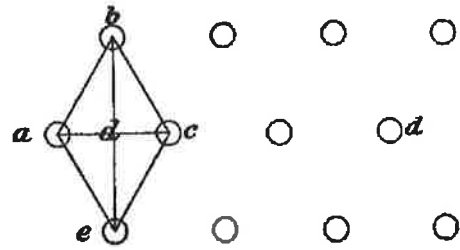


図2

おける粒子の配列状態を検討する。熱を帯びて液状になっている金属やガラスが固体化する場合を引き合いに出して、あるいは金属のいわゆる展性を例にとりて、特に固体のいわば分子構造を一般化する。カントは、アディックスの表現を借りれば、「許し難い恣意」でもって仮説を立てて論を展開していることになる⁶⁾。

図2はカントが金属などがおもしろをかけられていない、自然の状態を表すために掲げた図である。a, b, c, e といった物体の粒子または要素をこのような布置にしているのが、相互の凝集力 (引力) であるが、a b c のような正三角形の配置を決定しているのが、その隙間に存在しているとされる弾性的な物質である、とされるのである。そしてカントはこの論文の第2章でこの弾性物質こそ火物質 (または熱物質) に他ならない、と主張する。そしてこのような金属物質が上から重さにより圧迫されたとしても、a c 間が広がり、b d 間が縮むことでその展性が発揮される、と続けられる。

カントは第1章の最後の節、つまり第5節で、およそ物体はその諸粒子が直接接触していなくとも、或る弾性物質が仲介役を果たすことで (intercedente materia quadam elastica), 互いに引きつけ合い、凝集された一つの形をもつものとされる、と結論する。またこうも付言される: この弾性物質がそれらの間の空隙から追い出される場合に、物体の体積の減少が生じる、と (I, 375)。

第2章は、熱が火物質のある種の運動の結果であるということが別の箇所で主張されるにも

かわらず (I, 379), この弾性物質が「火物質」(materia ignis)であり, この物質がすぐに「熱物質」(materia caloris)と同一のものであることが, 特段の証明もおこなわれずに, 宣言される (I, 379)。

ところで先に書いたように, 第二章の表題は, 「火物質及びその変様態の熱と冷について」というものだった。熱については, これが弾性物質であるということから「火」と同一のものとされるのを容認したとしても, 「冷」(frigus)をも熱と同列にしているかのような言い回しは, 後の記述からは容認できないものであろう。熱はカントが火物質(燃素)の「波動運動」または「振動運動」である, と第7節で規定されている。この意味で熱を火の変様態(modificatio)と見なすことは何ら問題ない。ところが, この規定に従うならば, 火物質の存在がまずあり, そしてその運動の結果が「熱」であるから, 熱という物質が存在するのではない, ということになるはずである。ところがカントは先に検討した弾性物質と熱とを同一視することから, 読み手を少なからず困惑させることになる。さらに我々を当惑させるのは, 「冷」が火の変様態とされている点であるが, この論文では実際のところ, 温度としての「冷」だけが, つまり熱現象としての冷だけが論じられているところから, 「冷物質」なるものは一切登場することはない⁷⁾。

第6節と第7節の命題部分については前の稿で触れておいた⁸⁾。この7節で沸騰現象が, 特に水のそれが検討されるが, 火物質の持つ弾性的な性格がここでも前面に押し出され, 10, 11節の「蒸気の本性」に通じていく。第8節では, 「熱物質」と「エーテル」すなわち「光物質」(materia lucis)との同一性命題とその証明が展開されているが, その内容はすでにアディックスが文字通り酷評しているところである。当時の光論に対するカントの無知にとどまらず, ニュートンとオイラーの相対立するテーゼを並記しながら自らの論を展開することで, 自家撞着に陥って

いることにカント自身が気づいていないことが, アディックスから見て致命的なのである⁹⁾。

我々が特に問題にしたいのは, 本稿の第3章とも関わることであるが, カントが火または熱の伝播に関してである。カントは第9節で火物質または熱物質の定量化の可能性に言及している。大気圧の変化による水の沸点の変化については当時すでに知られており, カントもこの事実を踏まえながら, 「熱の度合い」(caloris gradus)の計測を試みる¹⁰⁾。ところが実質的にその計測についての論述を認めることは困難であり, この度合いの計測が外部の圧力, 例えば大気圧との関係で可能であることが示唆されるにすぎない。この「熱の度合い」という表現は二重の意味に解することが可能で, この点で二義的になる。つまりそれは, 熱物質の量であるか, その(弾性的)運動による温度計の目盛りに現れる数値であるか, 不明瞭に扱われている, ということである。第9節では後者の意味で使われているように思われるが¹¹⁾, 以下のような表現を前にすると, 「度合い」の意味するところが捉えにくくなるのである:

neque alia nisi ignis materia in corpus calore saturatum intret (I, 377)

火物質のみが熱で飽和した物体の中に入り込む

cum ante ebullitionem calor pariter in aquam intraverit ... (I, 377)

沸騰前にも熱が水の中に等しく入り込んでいているのであるから...

これらはいずれも第7節からの引用であるが, いずれも, 火物質つまり「弾性物質が熱物質と区別できない」という命題に続く論述の中の一節である。ここでは当然ながら熱の物質性が強調されているわけである。

最後の第12節でカントは「炎」の本性を述べる中で, 熱の伝播(communicatio)による熱の

減少に触れているが (I, 383), ここではこの熱が物質というより, 単に温度と捉えるべきであろう。従って, この節に頻出する「火」または「火の元素」と熱とがどのような関係にあるかである——この節でも他の箇所でもこの点は本質的に論じられていない——その様相がそのつど変わることになる。

第二章 「火について」の諸問題

この論文の表題から我々はいわゆる化学反応について, あるいは少なくとも燃焼現象についての論議を予想するが, これらについてカントはほとんど触れていないと言える。前章で見たように, 火物質が可燃物の小孔 (interstitia) に込められているとすれば, 燃焼の際この火はどのように振る舞うかが当然問題となるのであるが, この点にカントはまったく触れない。なるほど最終節で可燃物が燃えるときの現象がわずかながら説明されているが, 物体中の小孔に閉じこめられているとされる火物質がどのように振る舞うのか論じられることはない。

カントは第8節で, 例として油が光線を自らに取り込み, 従って「火物質」を多く取り込むことから, 炎の燃料として用いられ, これが燃焼の際に強い光と熱とを放つことになる, といった内容のことを述べている¹²⁾。燃料としての物体は当然ながら多くの「火物質」を含んでいることが予想されるが, この燃料内の火物質が燃焼の際に, 火または熱として放出されることは明白であるためか, この点について火物質の振る舞いについての記述がまったく見られないのである。

「炎は燃やされた蒸気から成っている」(flamma constat vapore ignito; I, 380) という言い回しはどのように解されるべきであろうか? 火花によって大きな炎が得られるのは, この火花が「可燃的な蒸気の最小の粒子をその火の元素の波動へと」(particulam minimam inflammabilis vaporis in motum undulator-

ium elementi sui ignei) 誘発することによってである, と語られるときも (I, 381), このような波動の現象が光や熱とになろうことは, カントにとって別段取り上げるべきことではなかったであろう。

しかし, 熱(物質)が, 摩擦などを通して掻き立てられる, とカントが述べる時, 火物質または熱物質の伝播の問題は先鋭化する。

Calor excitatur praesertim in corporibus duris et renitentibus vel tritu vel concussione. (I, 376)

熱はことに固く不動の諸物体において摩擦または揺り動かしにより, 引き起こされる。

この引用を見る限り, 熱は物体(の粒子)の運動に由来するという見方が表明されているように思われるが, そうではない¹³⁾。先に挙げた引用 (I, 383), つまり熱は伝導により減少するという事実をカントが述べる時, さらに熱を熱物質と捉えている限り, この熱物質がどこから由来し, どこに伝わるか, またはどこに消えるかが問われてしかるべきところである。しかしカントはこれに対してまったく沈黙している。このことは当時すでに解決されるべき問として広く掲げられていたことを思えば, この問を故意に避けたのではないか, と憶測したくなる。

次に, カントが火, 熱, 光とを同一視した点を検討する。最終節ではこのような同一視は不可能と思われる記述も散見できる。つまり熱や光は火物質の運動の結果またはその現象と解されるべき記述が認められるからである (I, 383 f.)。

光と火と熱との同一性の根拠を, カントはそれらがすべて弾性的である, という一点だけに置いていると考えてよいであろう (I, 377)。それらの間に「弾性」という点で類似点がある, とカントが主張しているのではなく, その同一性が強調されていることはもはや看過できない。

例えば, カントによれば (I, 383 f.), 光は, 密

度の高い物体の方に強烈な引力のもとで屈折により引き込まれ、その結果として油や酸（物質）¹⁴⁾のような可燃物が得られるとされるが、仮にこれが正しいとすれば、すべからく高密度の物体は同じような性質を帯びなければならないことになる。

また光と火または熱とが同じものだとすれば、光は直進するのに、後者の二つはそうにならないこと、光は或る媒質から別の（密度の高い）媒質に移動するときに屈折するのに、火や熱にはそのような現象が見られないこと——などなど、これらの差異がなぜ生じるのか説明されてしかるべきである。前稿でも論じたように、ヴォルテールが火と光とを同一視する理論が後にほとんど相手にされなかったように、カントの三者同一説はとうてい世の人々に受け入れられたとは考えられない。

ともあれ、単に一つの徴表、ここでは弾性という徴表だけで、様々な物体がこの徴表を備えている、ということだけでは、同じ物質である、とは言えないのは当然である。さもないと河川や海に生息する動物はすべからく「魚類」である、ということになりかねないからである。

第三章 燃焼理論とカント

カントは『負量概念を哲学に導入する試み』（1764）で、火物質（「元素としての火」Feurelement）を前提にして熱現象を論じている（II, 184）。そこでカントは、物体の中に潜んでいる火物質が揺り動かし（Erschütterung）により、移動することで、熱が生じたり、冷たさが生じたりする、と考えている。同時期に書かれたと思われる「覚書」（Nr. 20, XIV, 67ff.）でも同じ見解が表明されているが、驚くべきことに、「火元素」（Elementarfeuer）が或る物体に流入することが冷たさの原因である、とされる。「物体が火で飽和している場合」絶対的な冷が生じる、といったことが主張されている（『覚書』Nr. 22, XIV, 78）が、これが正しいとすると、火物

質を多く含むと考えられていた物質（例えば硫黄や燐）はすべてかなり冷たいものでないといけないことになる。これは経験的な事実にまったく反している。また常識的に見ても、このような見方は辻褄の合わないものとなる。たとえば互いに手などをこすり合わせると熱が生じるが、そのために冷たさが生じることはない、といった日常的な経験にそれは反するからである。

火物質の移動に関する論議はこれらの箇所ではこれ以上展開されることはないが、さらに注目すべき点は、ここでの火物質の捉え方と1755年のそれとの間にまったく連続性が見いだせないことである。前者にあつては、火物質が熱やエーテルなどと同じものとして扱われていないからである。

煅焼後に金属の重量が増すことは、16世紀頃から科学的な考察の対象として論じられており¹⁵⁾、ヴォルテールも1738年の論文でこの問題を取りくんだことは前の稿で述べた。鉛の煅焼後の目方の増加は広く知られており、アンチモンやスズについても同様の実験結果が知られていた¹⁶⁾。カントは「火について」という論文以降も、このような問題を本格的に追求した形跡は見あたらないが、その断片的に関わっていたことは一部前の稿でも触れた。

『純粹理性批判』第一版以前の覚書の一節に以下のような表現がある¹⁷⁾：

Phlogiston in allen Materien.

全くの断片であるが、フロギストンはあまねく物体の世界に存在する、とするかのフロギストン理論のがこの断片から窺い知ることができる¹⁸⁾。

1787年の『純粹理性批判』第二版の時点ではカントはラヴォアジエの理論を知らなかったことは確かであろうが、煅焼後の金属灰の重量増加についても、これにまつわる論争などもカントがさほど意識していなかったことが想像でき

る。前稿で引用した一文を反復を厭わずに再掲する：

... Stahl Metalle in Kalk und diesen wiederum in Metall verwandelte, indem er ihnen etwas entzog und wiedergab. (B XIIIf.)

シュタールは金属を金属灰に、そしてこの灰を再び金属に変換させたが、それはそれらから或るものを除去したり再び与えたりすることによってである。

1783年にラヴォアジエは化学史上有名な論文「フロギストンについて」(*Réflexions sur le phlogistique*)を王立科学アカデミーの紀要に発表したのは周知の通りである。フロギストン理論の様々な矛盾を暴き、それが「仮説的な存在」(*être hypothétique*)にすぎないとし、その存在を否定したわけであるが¹⁹⁾、カントが上の件を書いたときに、この論文の存在またはその内容をカントが知っていたとは考えにくい。金属灰の重量増についてはここでもカントの視界外にあり、終生これに取り組んだとは考えられない²⁰⁾。

「反フロギストン原理について」(*Über das antiphlogistische Princip*)と題された「覚書」(Nr. 73)には最初に次のような文が書かれてある²¹⁾：

Vielleicht werden durch die Glühhitze zwey Materien, [die] deren jede das Wasser in eine Luft verwandeln kann durch die zurückstoßende Kraft, welche die Theile (des Wassers) dadurch bekommen, ...

この「覚書」はアディッケスの考証によれば、1792年から94年の間に書かれたとある。表題からして新しい燃焼理論を念頭に置いた覚書のように思われるが、ことはそう単純ではない。内容は水の酸素と水素への分解、またはその逆の反応が示唆されるが、この「覚書」の最後の件

を見ると、

sie die Luft zersetzen und Oxygen an sich ziehen

上で主語 *sie* は前の文から「金属」(*Metalle*)と読めるが、これが酸化するときに、金属が空気を「フロギストン化された空気」(すなわち今日の窒素)と酸素に分離し、酸素を自己のもとに取り込む、といった新式と旧式の化学理論が混淆する思考図式で書かれているからである²²⁾。

む す び

カントの「火について」という1755年に書かれた論文は、アカデミーの懸賞課題を意識したもので、従って当時の知識界の人々が少なからず関心を抱いていた事柄に関して、人々の関心を集めようとして書かれたものであったであろう。ニュートンやオイラーといった当時の権威的な見解を取り込みつつ(しかしいわば虎の威を借りる形で)大胆すぎる冒険を試みたことになろう。しかしながら、論考はときとして牽強附会となり、全くの思いこみに基づく論の進め方をしたと言われても仕方がないであろう。さらに翌年発表された「物理的モナド論」(*Monadologia physica*)もまた、微少世界の現象を論じているが、「火について」とこの論文との結びつきも薄弱であるとしか言いようがない。凝集理論一つとっても、まったく両者の接点が見いだせないからである²³⁾。また、その後のカントの科学論文との関連づけもほとんど困難であろう。この意味でこの論文はその後のカントの著作全体との結びつきについても、断絶を見て取る方が容易である。無理にそれを見いだすことは有益とは考えられない²⁴⁾。

フロギストンに対する問の立て方に関して²⁵⁾、換言すれば、煅焼後の金属灰の目方の問題に対してもカントの焦点のあて方はずれていると言えるであろう。これは当時のドイツの科学

界がさほど解決されるべき問題として前面に打ち出していなかったからかもしれない。ラヴォアジェの新学説がドイツの学界に浸透するのが遅れたと考えられるからである。

次稿でも触れることになるが、カントもさることながら、火物質と熱物質とを同列に扱う見方が大勢を占めていたように思われる。ラヴォアジェが火物質を否定した後でも、またカントが『オプス・ポストムム』で熱物質たる「熱素」が主役を演じるようになってからも、そこにとときとして「火物質」(Feuer-Materie)が登場するのも不自然なことではなかったように思われる。

注

1. アカデミー版カント全集, 第1巻, 370頁以下。なおカントからの引用は慣例にならない、『純粹理性批判』に関しては初版および第二版のページ数をA.../B...で表すことにする。それ以外の著作、遺稿、書簡はすべてアカデミー版全集の巻数ならびにページ数, 例えばI, 370のように表記することにする。
2. E. Adickes, Kant als Naturforscher, 2. Bde. Berlin, 1925/26.
3. 最近出版された岩波書店刊、『カント全集』, 第一巻(2000)の「火について」の解説を参照(360頁以下)されたい。すでにアディッケスも同様のことは指摘していたが、彼の場合カントのこの論文が書かれる直前のドイツの学会の動きが紹介されている。Adickes, *ibid.* II, 21.
4. この論文の岩波書店から出た最新の訳(松山壽一訳)では、この表題を「燃素とその性質、熱と冷について」と訳されている。ラテン語の表現からいささか逸脱した訳出と考えられるが、おそらくは全体の内容を顧慮してかかる訳としたものと思われる。なおこの点については本稿の注7を参照されたい。
5. 微少世界の現象を説明するときに、ニュートンをはじめ多くの科学者が物体諸粒子の間の隙間の存在を仮定した。デイドロ、ダランベール編の『百科全書』における化学関連の多くの項目にこれに相当する語が頻出することからも、当時カントのこの論文に限らず多くの化学関連の著作において、このような「間隙」の存在がもはや単なる仮定としてではなく、ほとんど事実として受けとめられていたことは明白で

ある。フランス語圏では‘pore(s)’というギリシャ語起源の言葉や、ラテン語起源の‘inter-valle(s)’, が使われていた。例えば『百科全書』の「火」(feu)や「物質」(matière)の項目を参照されたい。なお、カントはこの論文で単に‘spatium’という表現でも‘interstitium’の意味で用いている(I, 372; 373)。

6. Adickes, *ibid.*, II, S. 19. アディッケスの指摘を待つまでもなく、我々はカントの序文での決意表明、つまり実験的な事実をもとに根拠の乏しい仮説を避けて、論を展開するつもりである、といった表明をカント自らが反古にしていることに注目せざるを得ない。またしばしば見受けられる、個別の差異を不用意にならしてしまふその一般化の姿勢も、この論文の学問的な価値をカントが自らの手で著しく低下させることになったと言える。
7. Vgl. I, 376; 381; 382. カントは第6節で(I, 376)、「冷」が物体の「体積を少なくし(volumen minuit), 凝集を強め(cohaesionem roborat), 柔軟な物体を固くし流体を固まらせる」と述べている。一見すると「冷物質」の存在がこのような機能を持ち合わせているようにとれるが、それ以降の記述で登場する「冷」は「氷点」(frigus congelanscens, I, 381)といった温度計上の冷たさに他ならない。「冷」または冷たさが「凝集」の原因とされるとき、カントが第7節で、第一章で論じられた「火物質」による諸粒子の凝集の働きを再確認するとき、凝集に関する「冷」と「火物質」との差異が他に一切言及されていないことから、カントの真意をはかりかねることになる。なお、「冷」による体積の縮小についても、水の氷結によるその体積増加といった、我々が身近に経験することも無視されることになる。アディッケスは1760年代半ばに書かれたとされるカントの「覚書」(Nr. 21, XIV, 74ff.)への解説で、エーテルを「冷物質」(Kältestoff)として、この「覚書」を解釈しようとしている。次の稿でも検討することにするが、この解釈はこじつけとしか考えられない。アディッケスはこの年代あたりに「冷物質」の存在を認める科学者が少なかったことも指摘している。仮にこれがエーテルとされているとすれば、当時エーテルの捉え方がいかにまちまちであったかが想像できよう。
8. 2年前の拙稿(その1)では、両節の一見して指摘できる矛盾について、当時多くの科学者が火が多面的な働きを認めていたこととの脈絡で、カントもこのような見解の持っていた一人として論じた。しかし両節を子細に比較考量すれば、またアディッケス(*ibid.*, II, 51)や松山(前掲書, 353頁)の分析を検討すれば、そこにまったく矛盾を認めるしかないように思われる。仮

にこのような明白な矛盾がこの小論文のうちにはらまれていると見るしかないならば、その科学的な価値が一挙に無に帰してしまいかねないだろう。

9. Adickes, *ibid.* II, 33; 53, 60.
10. Vgl. Adickes, *ibid.*, II, § 187. ここでアディックスは観測事実に関してカントが不当な扱いをしているばかりか、例えば温度については、当時様々な温度計が考案されていたが、その尺度が様々であったことも無視していることを指弾し、カントの議論の杜撰さを指摘している。カントは、平地(海拔 0 メートルの場所)と或る高地での大気圧の観測事実に基づいて論議をしているが (I, 381), この高地 (具体的にはミディ山頂) の高さについても言及しておらず、これら両者の比較の意義すらこれでは失われることになろう。この点についてはカッシーニ (Cassini de Thury) の 1740 年に書かれた王立科学アカデミーのメモワール (*Réflexions sur les Observations du Baromètre, faites sur les Montagnes du Puy-de-Dome, du Mont d'Or & du Canigou.*) を参照されたい: *Histoire de L'Académie Royale des Sciences, année M. DCCXL, avec Mémoires de ...*, Paris, 1742, p. 85ff.
11. I, 379. ここでは気圧の変化と沸点の変化が焦点に置かれ、「熱の度合い」は温度計上のそれであることは間違いないであろう。またエーテル (すなわち熱物質) の弾力と粒子の牽引力 (または大気圧) との均衡と不均衡が論じられており、熱物質の出入りによる「熱の度合い」の変化が問われているのではない。
12. いわゆる「熱運動」説を思わせるカントの「覚書」に登場することは確かである。例えば「覚書」の Nr. 46 (XIV, 425) を参照されたい。
13. Vgl. Adickes, *ibid.* II, 1ff.
14. 酸については『百科全書』の 'Acide', 'Vitriolique', 'Soufre' の各項目を参照されたい。
15. Cf. White, *The History of Phlogiston Theory*, 1932, London, p. 50ff.
16. ラヴォアジエの燃焼理論確立以前における金属の煅焼とその灰の質量をめぐる諸説の争いについては、ガーラック (Guerlac, H.) が詳細な研究 (*Lavoisier-The Crucial Year*, 1961, New York) を行っているの、ここではあまり取り上げられることのない『百科全書』に見られる諸見解を取り上げてみる。ドルバックは『百科全書』で「鉍」(*Régule*) の項目を執筆し、天然のアンチモンを火にかけると、この物質から硫黄分が散逸するにも関わらず、煅焼後のアンチモンの目方が増加するという事実に関して、当時の科学者達が困惑していた様子を記している (*Encyclopédie*, Tome 13, 1765, p. 40)。

なおドルバックはこの記述のすぐ後で煅焼中のフロギストンの離脱にも触れているが、この問題に関してさらなる論究は見あたらない。さらに『百科全書』の「火」の項目で金属灰の質量のことがどのように扱われているか付言すると、物理部門担当のグランペールは、ムッシェンブルック (*Musschenbroek*) の説に対して支持を表明している。つまり、この質量の増加を、重さを持つとされる火 (物質) の或る金属への流入で説明している (*Encyclopédie*, Tome 6, p. 40)。しかしこの火 (物質) がそもそもどこからやってくるのか、といった問題には立ち入ることはなかった。他方「火」の項目の化学部門を執筆したヴネル (*Venel*) は、金属灰の目方の変化には触れずじまいである。このことは、彼が執筆した「煅焼 (灰化 *Calcination*)」「灰 (石灰 *Chaux*)」の項目についても変わるところはない。

17. XIV, 390. この「覚書」(Nr. 45) はアディックスの考証によれば、1775 年から 77 年の間に書かれたとある。
18. 火物質の遍在についてカントも科学的な権威としてしばしば言及するブルハーフェ (『火について』にも登場する) が唱えていたものである。この点についてはメッツジェ (*Metzger*, H.) の次の箇所を参照されたい: *Newton, Stahl, Boerhaave et la doctrine chimique*, Paris, 1930, p. 223. 他方、シュタール自身はフロギストンの遍在説を採っていなかったと思われる。というのも彼はその『硫黄論』(*Traité du Soufre*) で、それが水と結合しない、またはしにくいことを表明しているからである (*Metzger*, *ibid.* p. 167)。
19. *Histoire de L'Académie Royale des Sciences, année M. DCCLXXXIII, avec Mémoires de ...*, Paris, 1786, p. 505.
20. なお、アディックスによればカントはフロギストン理論をかなり早い時期に知っていたはずだと推測している (*ibid.* II, 36)。しかしどの程度それを理解していたかどうかは不透明である。アディックスが指摘するところでは (XIV, 378) カントが講義で教科書として用いたエーベルハルト (*J.P. Eberhard*) の著作 (*Die ersten Gründen der Naturlehre*, 1753) — 3. Aufl. 1767, 4. Aufl. 1774) にも「元素としての火」(*Elementarfeuer*) や「フロギストン」の用語が見いだされ、その遍在についても語られている。また「覚書」(Nr. 45) をカントが書いていたとき、マケ (*Macquer*) の『化学辞典』(*Dictionnaire de Chymie*, 1766) のペルナーによるドイツ語訳など、フロギストン説擁護の立場で書かれた文献を参照していたことも確かであろう (Vgl. XIV, 373 f.). しかし 1776

- 年から78年に書かれたと想定されている「覚書」(Nr. 54, XIV, 449)に出てくる「火元素」(Feuerelement)はニュートンの系譜のエーテル学説を背景にして語られており、二つの「覚書」の間の断絶は橋渡しできないであろう。
21. XIV, 513. この「覚書」は従ってカントの晩年の遺稿『オプス・ポストムム』の執筆中のメモ書きということになる。
22. この「覚書」は、アディッケスの解説によると(XIV, 515f.), ラヴォアジエの酸化理論が旧式の化学理論の衣装をまとう形で紹介されている文献を参照しながら、カントが書いたものである。当時カント自身が新旧理論の違いに気づいていなかったことを示す「覚書」(Nr. 71)も残されている。そこには次のようなメモ書きが書かれてある(XIV, 502):
Stikluft (oder Stof) mit dem Kohlenstoff die organische Materie.
(Es sind nur drei verschiedene Stoffe, die, durch die Feuermaterie ausgedehnt, beharrliche Luftarten geben: Säure-Wasser-Stikstoff).
ここにはラヴォアジエの酸素(Säurestoff)などとともに「火物質」が登場している。注19に挙げたラヴォアジエの1783年の論文の後も、例えばベルトレ(Berthollet)の論文、つまり実質的に塩素を発見したシェーレ(Scheele)の業績について述べた王立科学アカデミーのメモワール(Mémoire sur l'Acide Marin déphlogistiqué, 1785, p. 276ff.)には'phlogistique,' 'déphlogistique'といった用語が頻出する。ただしこの場合フロギストンは今日の水素であったが。このことは、この時点にあっても化学の新旧理論が交錯していたことを思わせる。
23. Cf. I, 483f. 「物理的モナド論」では物体が一定の空間を占め、一つの塊として存在するのは、その斥力と引力との一定の均衡に基づいていることによる、といった見方がとられており、火物質やエーテルの媒介作用などはまったく論議されていない。
24. 本稿で触れられなかったその他のカントの著作(特に『自然の形而上学』)との関連については、エーテルまたは熱素との関連で次の稿で論じることにする。
25. これまでの化学史の通念によると、フロギストン論者がフロギストンに負の質量を割り当てたかのような紹介が多い。また、この理論の元祖たるベッヒャーやシュタールはこのような主張をしなかったものの、その弟子たちがそのような説を唱えた、という概説書が出回っている。しかし我々の知る限り、その証拠はないだろう。ラヴォアジエすら、我々が先に見たそのメモワールで、シュタールはフロギストンが重さを持つことを認めている、と語っている(Lavoisier, *ibid.* p. 281)。また、例えばホワイトは、シュタール学派のユンカー(Junker)がこのような主張していると述べているが、その出典を示していない(White, *ibid.* p. 71)。メッツジェはユンカーからの引用を比較的多く載せているが、これらの引用を見る限り、金属灰の目方の増加については、金属内の土の部分の凝縮(condensation des parties terrestres)にそれが帰せられている(Metzger, *ibid.* p. 187)。同様のことはパーティングトンとマッキー共著の論文集(Partington & McKie, *Historical Studies on the Phlogiston Theory*, 1937-39, p. 370f.)でも確認できる。メッツジェなどの研究から我々は少なくとも、シュタールの弟子達が金属灰の質量の問題についてはほとんど沈黙していた、と結論することができよう。