

翻訳 ロバート・ボイル『空気のばねとその効果に関する新しい実験集』
「まえがき」と解説

Translation of Preface to Robert Boyle's Work on the Air Pump and Explanation

松 野 修

MATSUNO Osamu

This article is a translation of preface to Robert Boyle's *"New experiments physico-mechanical: touching the spring of the air, and its effects, (made for the most part, in a new pneumatical engine) written by way of letter to the Right Honorable Charles, Lord Viscount of Dungarvan, eldest son to the Earl of Corke, 1660"*. This translation comprises the preface of the book from page 1 to 15. It also includes additional explanations of the conditions in which this book was written.

The reason for translating this book into Japanese is its position in science history. Although the work is seen as a classical treatise in the world of science history, only a portion of its passages have been translated into Japanese. In addition to the work's value from a historical perspective, I also highly value its implications from the standpoint of education and sociology. Reading this book on experiments using the air pump allows readers to access the lively atmosphere that surrounded the air pump in that period. Enjoyment of these experiments was not limited only to Boyle's colleagues, who were professors or aristocrats, but also included his assistants and even house servants. This deeply impresses readers, and demonstrates how when modern experimental science was born in Boyle's laboratory, built in a converted stable, that "science" was wrapped in a delightful atmosphere, and blessed by all people (though there may not have been any sheep). This atmosphere was an essential condition for the creation and acceptance of this entirely new social activity which we term "science" today. This is the most important point for us as modern Japanese. In my consideration, science is not simply a means to make money. Boyle teaches us how we can open up unexplored fields, and what are the keys to creating a new world. This is the reason that I am translating his work into Japanese.

キー・ワード：ロバート・ボイル，空気ポンプ，空気ばね，真空実験

Robert Boyle, Air Pump, Spring of Air, Vacuum Experimental

解説

本稿はロバート・ボイル (Boyle, Robert:1627-1691) 著『空気のばねとその効果に関する新しい実験集』"New experiments physico-mechanical: touching the spring of the air, and its effects"(1660)の「まえがき」とその解説である。この著作を翻訳した理由はその科学的な地位に由来する。この著作は科学史上最も古典的な著作のうちのひとつであるにもかかわらず、日本では一部を除いて翻訳がなされていない。とはいえわたしはこの著作を物理学的な観点からというより、むしろ教育学的社会的な含意から高く評価している。空気ポンプを使った実験について書かれたボイルのこの本を読んでもらえば、当時、彼の空気ポンプのまわりに漂っていた実に楽しい雰囲気を感じることができる。大学教授や貴族といったボイルの同僚だけでなく、ボイルの実験助手や家政婦たちですら、そうした実験を楽しんでいたのである。近代の実験科学がボイルの実験室の中で産声をあげたとき、「科学」は楽しい雰囲気によって生まれ、すべての人びとから祝福を受けたのだった。それは今日「科学」と呼ばれるようになった社会的活動をまったく新しく創造し、それを認知させるためには必要不可欠な条件であった。ボイルはわたしたちに未開の荒野を開拓するにはどうすべきか、新しい世界を創造するには何が重要であるかを教えてくれている。これが、わたしがこの著作を翻訳した理由である。

ボイルがこの著作を書いた背景について簡略に解説しておく。1665年、アイルランドを離れてオックスフォードのハイストリートに居を定めたボイルは、その地で自然哲学の研究に本格的に着手する。ボイルはメルセンヌの『自然学的数学的論考』(1644)を手がかりにトリチェリやパスカルの実験に注目していた。これとは別にマクデブルグ市市長オットー・フォン・ゲーリケは1654年レーゲンスブルグの帝国会議で自作の真空ポンプを使った実験を披露した。カスパー・ショットは『水気学の器械』(1657)の末尾で、ゲーリケがおこなったこの一連の実験を「マクデブルグの奇跡」として紹介した。ゲーリケがこのときおこなった実験は〈四角いガラス容器から空気を抜いて破裂させる〉など10種類で、〈ガラス容器にさまざまな試料を入れて空気を抜く〉などの実験はおこなわれていなかった。ボイルはショットのこの本を出版の翌年1658年に入手し、同年7月ハートリブ宛ての手紙で、真空実験に興味をもっている旨を伝えている。さらに同年末までにグレートレクスとロバート・フックにポンプの作製を依頼した。フックは1658年末から1659年初旬までにポンプを完成させ、ロンドンからオックスフォードに向けて送った。それから約1年後に原稿は完成し、ボイルはオックスフォードとロンドンの中間地点「ビーコンスフィールドにて1659年12月20日、記す」と締めくくった。

『空気ばね論』初版に収められた実験は43までの番号が附されているものの、同一番号内に複数の実験が記されており、実際にはその数倍の実験観察結果が収められている。しかも個々の実験に関する記述を具に検討すれば、ほとんどの実験は1658年から59年にかけての冬におこなわれたことがわかる。真空ポンプを使った研究について構想を得てから出版までわずか1年、実験の実施から出版に至ってはわずか数か月以内だったことになる。ボイルをこれほどまでに急がせた理由は何だったのか。ボイルは「まえがき」の中で「出版者にはあらかじめ、いついつまでに原稿を送

るという契約をしてしまった」とその事情を説明している。しかし実際にはそれだけではあるまい。『オルデンバーグ書簡集』ⁱ、と『ボイル書簡集』ⁱⁱなどを参照すると以下のような事情がわかる。

マイケル・ハンターら編『ボイル書簡集』を見る限り、ボイルが甥のダンガーヴァン子爵宛に真空実験について書き送った手紙は残されていない。しかし〈ボイルが甥宛の手紙で真空実験について語る〉という設定はフィクションではなかった。第3代ダンガーヴァン子爵 (Viscount Dungarvan) すなわちチャールズ・ボイル (Boyle, Charles:1639-1694) はロバート・ボイルの兄リチャード・ボイル (Boyle, Richard:1612-1698)、第2代コーク伯爵の長男である。チャールズは1660年の時点で20歳。彼はロバート・ボイルのもう一人の、当時18歳だった甥と共にグランドツアー中だった。その甥とはリチャード・ジョーンズ (Jones, Richard; 1641-1712)、すなわちボイルの姉キャサリン (Katherine: 1615-1691) とアサー・ジョーンズ、第2代ラネラ子爵 (Jones, Arthur, 2nd Viscount Ranelagh) との間の長男である。チャールズ・ボイルはウォルター・ポープの監督の下にあった。またリチャード・ジョーンズも、後に王認学会の書記となり、ボイルの秘書役としても働くことになるオルデンバーグに付き添われ1658年3月にパリに向かって出発したⁱⁱⁱ。オルデンバーグらは途中フランクフルトに滞在した後、1659年3月パリに到着。オルデンバーグからは1659年4月、「パリで催されているモンモール・アカデミーの面々と懇意になるつもりだ」との手紙がハートリブに届いている。これらの情報はハートリブ・グループに属していたラネラ夫人ことキャサリンを通じて弟のロバートにも伝わったにちがいない。さらにオルデンバーグからボイルへは1659年7月23日 (大陸歴では8月2日付)、「モンモール・アカデミーの会合に参加したが、ここフランスの哲学者たちは議論ばかりしている」と記された手紙が渡っている。ボイルはオルデンバーグらがパリ滞在中に成果をあげ、それを甥宛の手紙としてモンモール・アカデミーに届けようとしたのである。現に1659年11月15日、ハートリブからボイル宛てに、オルデンバーグからの伝言として、「フランスの哲学者たちは真空実験についてもっと詳しく教えてほしいと言っている」との手紙が送られている。1659年12月、原稿はなんとか完成したものの、出版は1660年4月までずれ込んでしまった。そのため1660年3月、オルデンバーグからボイルへ「当地で真空について詳しい情報を得るより、直接お会いの方が先になってしまいました」との手紙が送られることになった。結局、パリ滞在中の甥たちと同行していたオルデンバーグを通じ、モンモール・アカデミーの会員に即時に情報を伝えるという目論見は実現しなかった。以上の事情からもわかるとおり、ボイルのこの著作はドイツ、フランスを結ぶ国際的な情報ネットワークの中で、研究成果の迅速な公表を目的に書かれたのであった。

なお翻訳の底本はマイケル・ハンターら編『ロバート・ボイル全集』第1巻による^{iv}。

 空気のばねとその作用についての自然学的・器械学的な新しい実験集

(そのほとんどは気体学の新しい装置による)

ロバート・ボイル殿下によって書かれた

コーク伯爵の長男、チャールズ閣下、ダンバガーヴァン子爵閣下宛の書簡

読者へ

わたしははじめ手紙を1通書くだけのつもりだったのですが、この論文はそれよりはるかに冗長なものになってしまいました。ですからもうかなりぶ厚くなってしまったこの本を、序文でもってさらに厚くするのは気が進まないのですが、それでもわたしとしては読者の方がたにどうしてもお伝えせねばならないと思っていることがあります。つまり[本書の想定している]読者に関して知っておいてもらいたいこと、それからわたし自身について知っておいてもらいたことが2,3あります。

まずはじめに「文体にしても、いくつもの文章にしても、特定の人に宛てて書いたとしか思えない手紙をどうして世間に公開し、出版するのか」と尋ねられるなら、それにはふたつの理由があるとお答えましょう。ひとつには、ここに書いた実験の多くは優れた知力を備えた方がたが見守る中でおこなわれたのですが、そのことが好学者(Virtuosi)のあいだでちょっとした騒ぎになったからです(そうした好学者の中には国外への移住を余儀なくされ、その地で過酷な運命に遭遇した人たちもいました)。この原稿の半分だけでも複製しようとするれば何人もの写字生を疲労困憊させてしまったでしょうが、それでも「原稿の写しを送ってほしい」とあまりに強く熱望されたので、わたしとしてはそういう申し入れを断れなくなってしまったのです。もうひとつの理由は、この種のことさらに精通している人たちがわたしをこう説得したからです。「空気の本質について君が観察したことを公表するのは決して無益なことではありません。新奇なものに満ちたわたしたちのこの時代にあって、こういう新しい実験は偏見に捕らわれない堅実な知識の愛好家を大いに喜ばせるにちがいありません」と。もしそうだとすれば、この本の出版は〈実験に裏づけられた有用な哲学をもっと発展させたい〉というわたし自身の遠大な計画に従うことになりすし、それに、知力に優れた人たちに何がしかを授けてさしあげられるわけですから、そのことによってこのわたしはきわめて大きな満足を得られます。正直に告白しますが、そういう気持ちはわたしにとって軽々には抵抗し得ないほどの魅力をもっているのです。

わたしがおこなった実験について、くどくどと説明せざるをえなかったのはつぎのようなわけがあります。これらの実験のうちのいくつかはまったく新しいものなので、読者に不審を抱かれないようにするには、実際に実験をおこなった状況についても述べておく必要があると考えたからです。わたしは「この先、わたし自身の著作でもこれらの実験のことを取りあげるかもしれない」と思ったので、実験をおこなった条件を忘れてしまわないように、それについてあちこちに書きとめておきました。こういう特異な実験を試みてくり返し成功できるようになるまでには、おそらく読者は何度もトラブルに巻き込まれ、まちがいを犯すにちがいありません。ですからわたしが観察結果を公表しようと心に決めてからは、少くく説明が長くなってもそのことを厭わないことにしました。こういう実験を実際に慎重にやってみようとするれば、わたしと同じように何度もトラブルにままわれるでしょうし、たいへんな手間と時間が必要になります(エンジンを製作する費用や、それを動かすための人件費については言うまでもありません)。そのため「こういう実験をわざわざもういちど試してみようなどと考える人は、たぶんほとんどいないだろう」と見込んだのです。です

からわたしは「ほとんどの読者の方がたに少なからざる貢献をしてさしあげた」と自負してもよいのではないのでしょうか。わたし自身が注意深く観察したことを煩わしいほどに細かく記述しておけば、読者は〈空気力学についての新しくて確実な記録〉を手に入れられます。ここでの説明を読んだうえで、「この記述はわたしが自分なりに考察をし、推論をおし進めるための根拠としてじゅうぶんに信頼できる」と思えるなら、個々の実験について明瞭な理解を得るために、必ずしも自分で実験をくり返す必要はなくなるのですから。

実験をもとにした議論については、明らかに煩わしいと受けとられかねない箇所がいくつかあるかもしれません。わたしは〈議論そのもの〉と、そういう議論の根拠となったもの、つまりそれが導き出されるもとになった〈実験についての説明〉とをはっきり区別するよう心がけました。こうしておけばわたしたちのエンジンを使って得られた記録だけを読みたいと思っている人が、実験をもとにした考察にまでつきあわされるという煩わしさを避けることができます。わたしがこの種の議論を取りあげたのは新しい哲学や数学によく精通している人たちのためです。そういう人たちはそれぞれの実験の目的について書かれた箇所は、読み飛ばしてしまってもかまいません。それぞれの実験をおこなう意図について書いたのは、このわたしと比べてさえも、ここであつかわれていることがらによく通じていない人たちのためであって、(なにせこういう主題について英語で書かれた著書は今までほとんどなかったのですから)、わたしよりはるかに先に進んでいて、何かを教えるなどということが必要のない人たちのためではありません。わたし自身についていえば、説明がむづかしいと思われる事柄についてはできるだけ慎重にためらいながら書くようにし、独断的なもの言いをしないよう心がけたつもりです。わたしの別の著書では(主のご加護によってその本が近々出版できますように)、特にその件について取りあげるつもりです。その本では、このことについてじゅうぶん納得してもらえような説明ができるといいのですが。だからわたしはこの本でのわたしの書き方を、アリストテレスの言葉でもって弁護しておきます。彼はどこかでこう書いています。「すべての事柄をまちがいなくよく知っていると思ひ込み、それについて独断的な言いかたをするのは、向こう見ずな若者に共通する特徴である。ほんとうに知的で思慮深い人たちはもっと慎重で控えめな表現を使うものだ。彼らはつねに『たぶん』とか『おそらく』とかいう言葉をつけ加える」。

本文の手紙にはこうしたいろいろな考察以外にも、ほかの文章やときには(そのときまたま話題になった)[空気学とは別の]ほかの実験についても書き込んでおきました。これらはいっけんするとこの本にとって見当ちがいで余計なものに見えるかもしれません。けれどもさにあらず。わたしが敢えてそういうことを書いたのは、最近の優れた哲学者や学者たちが唱えていることでも、実際には事実と反することがあることを指摘し、彼らが独断的に主張していることが誤りであることを証明するためです。わたしがその人たちの名前を敢えて挙げなかったことについては当人の許しが得られるものと思います。もっとも、わたしが何を意図して実験をし、それをもってどんな意見に反論を加えようとしているのかに注目すれば、詮索好きな人ならそれが誰を指しているのか察しがつくでしょうが。

それから、わたしはかねてから自然哲学については幾何学的な考察が有効であると認めているのですが、わたしの眼の病気のためにとうていそれに精通できないでいます。だからわたしは数学に通じている読者に対して、「わたしが幾何学を深く習得していたなら、いくつかの論点はもっと正確にあつかうことができたのだが」とお詫びすべきかもしれません。説明が冗長になってしまったのには別の理由もあります。ここであつかったエンジンのおかげで、わたし自身がこれまで慣れ親しんできた考えとはかけ離れたことを書くはめになったからです。わたしはそのことをじゅうぶん肝に銘じてきたつもりです。そのうえ本文の手紙のほとんどは自分の書斎はおろか、自分で書いた下書きすら手元におかずに書かざるをえませんでした。だからほかの学識ある人たちの著作からたくさん引用できず、おかげでわたしの論説をもっと豊かに美しく飾れなかったことを残念に思っています。しかしそれ以上にわたしが恐れていることがあります。先ほど説明したようにわたしの手元にはいろいろな本がありませんでしたし、しかも眼疾を患っているために、当の著者本人が書いた本には気がつかないままに、著者とは別の人によって公表された意見や考えと同じことを、わたしがここに書いている可能性があるのです。わたしにはそういう人たちの功績を横取りするつもりなどまったくないのですが、すでにいろいろなことが公表されていることを知らなかったばかりに、そんなことになっているかもしれません。特にわたしが自分の意見をまとめようとしたときには「ほかの人の意見とは関係なく」、このエンジンを使っておこなった実験そのものが、自分の考えを深めるための手がかりになったのですから。

実験の順序についていえば、通読するときに読者自身の目的に応じていかように変更してもいっようにさしつかえありません。それぞれの実験は、(同じ主題にもとづいているという)自ずからなる関連にしたがってそれぞれを一箇所にまとめてあるわけではありませんし、実際にこの順序で実験をやったわけでもないからです。そのほとんどはわたしが出版者に原稿を送った順に並べたという、わたしの側の事情にもとづいているにすぎません。そのうえ悪いことにわたしはある実験を終えると、たいていはそのあとにやった実験について記録を書くより前に急いで原稿を送ってしまいましたし、ときには「記録を書き終えるどころか」つぎの実験をするより前に原稿を送ってしまったこともありました。そのためあとになってやった実験や、その実験結果から得られた知見にもとづいて、前に書いた原稿の誤りや不十分な点を訂正し、補足するという絶好の機会を逸してしまったのでした。

以上のほかに、わたしの眼疾のために、たったひとつの実験についてすら自分で記録するのはおろか、他人に口述筆記させたものを読み返すことさえむつかしくなりました。そのためわたし自身の思いちがいは別に、きわめて拙劣な編集者のために誤りがたくさん混じり込み、この本を損なっているのではないかと懸念しています(わたしはいつもはゆっくりやるたちなのですが、今回はしばしば彼にひどくせかされました)。出版者とわたしとのあいだには2日間の旅程があったので、学識ある友人がわたしの代わりに出版者の監督を引き受けてくれました。彼の努力のおかげでまちがいが訂正されていけばよいのですが。

それから以下のことについては公正な読者ならすでにご承知のことでしょうから、ここでくり返

すまでもないでしょう。今この哀れな国には忌まわしい混乱が襲いかかっています。そのまっただ中でわたしは実験をおこない、それについて書きつづけてきました。そのため、深い思索のために欠かすことのできない心の平静も、沈着な思考もかき乱されかねない状態でした。こういう事情のすべてが重なったので、「信頼を勝ちえようとするなら本の出版はできるだけ遅らせるべきだ。出版するまで9年暖めよ」という賢明な詩人の忠告に従うどころではなくなっていました。わたしはこの論文を世に出すにあたって、多くの欠陥をもったまま出版せざるをえません。このことを公正な読者なら認めてくださると思うのですが、いかがでしょうか。

「そんなに欠陥があるとわかっているなら、出版する前にどうして適切な訂正を施さないのか」とお尋ねになるかもしれません。その理由は、この種の実験はそれを実際にやるにしても、それを記録するにしても、すべてにとんでもなく手間がかかることがあとになってわかったからです。まさかこんなに煩わしいことになるとは想像していなかったのです。わたしは出版者にごく短期間のうちにすべての手紙を送ると約束してしまったのです。このため祝日や校正係がたまたま不在で編集者が休みをとったときには、いくつかのテーマについてなんとかじっくりと書く余裕があったものの、たいていは原稿を書くとすぐに順ぐりに編集者に送るはめになりました。編集者からは何度もすぐに原稿を送るようせきたてられました。出版人との約束と、わたしが予期していなかった自分自身の仕事のために、拙速に仕事を進めざるをえなくなったのです。それでも事実に関する部分についてはできるかぎりうそいつわりなく正直に書いたつもりです。とはいえこの本のほかの箇所については、必要以上に欠陥が多くなっているのではないかと懸念しています。それでもわたしはこの原稿がわたしの手を離れるのをためらってはいません。というのも現在の世情からいっても、わたし自身の事情からいっても、この種のいろいろな実験を実行する条件がいつまた整うのか(まったくもって)わからないからです。それから(ここであつかったような1種類の実験のためだけに、いわば拘束状態に置かれていることにわたし自身、もはや疲労困憊していることは別にしても)、わたしは(主の思し召しによってわたしの寿命と健康に恵まれれば)、まずは自然学についての別の原稿を本にするために、優先的に時間を費やすよう約束しているからです。その本が出版されれば、ここであついている実験を説明するにさいして、おそらくもっと好都合になるでしょう。ですから今わたしの手元にある原稿をすべて発送してしまえば、そのときにこそわたしたちのエンジンについてもっとくわしく書けるようになるでしょう。

こういう言い訳とは別にまだつけ加えるべきことがあります。いろいろな実験のことをどうして出版する気になったのかといえば、それは有能な人びとに喜んでもらいたいと思ったからです。もしわたしが人びとのへつらいに欺かれているのでないとするなら、以下の手紙の中で述べたさまざまなヒントは、(少なくとも)いくぶんかは人びとの考えを活性化させ、新しい思考を奮起させるだろうと期待してもよいのではないのでしょうか。(よほどの知りたがり屋でも、ほかではお目にかかれなような新しい考えが書かれているのですから)、たとえいくぶんなりとも、そういう新しい疑問や問いを検討するときの手助けになるなら、何ら失望する必要はありません。今わたしが「いくぶんなりとも」と言ったのは、ことわざにもあるように、「新しい発明に何かをつけ加える

のはたやすいこと」だからです。わたしたちが作ったエンジンについても、わたしたちがおこなったいろいろな実験についても、創意に富んだ人たちの努力によって、今後さらに改善がなされるでしょう。そう期待してもまちがいはないはずで、そういう人たちの工夫によってわたしたちがやった多くのことが修正され補われ、その結果わたしたちがあつかったものの多くが乗りこえられるでしょう。人びとがエンジンの操作にもっと習熟し、しんぼう強く努力を重ねれば、わたしたちが使ったようなレシーバから空気をほぼ完全に抜き出せるようになるでしょう。マクデブルグの実験のために作られたガラス容器（これについてはあとで述べます）からこれまで以上に空気をしっかり抜き出せるだけでなく、そのあともかなりの時間にわたってその状態を保っておけるなら、このエンジンの有用性は飛躍的に高まり、それによって多くのめざましい発見がなしとげられるでしょう。現状はおそらくセネカが自然について言ったとおり、「自然の秘伝を授けられたと思っても、実際はまだ真理の前庭にとどまっているだけ」というところでしょう。けれども現在わたしたちが滞在しているこの地には、かなり腕の立つ職人たちがまったくいないわけではないので、わたしたちはこれから述べる手紙の結論を書き終えたあと、このエンジンに改良を加えることができました。それによってわたしたちは（新しい試みをいくつかやってみた結果）、特に新しいトラブルに巻き込まれることもなく、空っぽにしたレシーバをまる1日のあいだまわりの空気から遮断できるようになりました。おそらくそれより長時間だってその状態を保っておけるようになるでしょう。わたしが現在の喫緊の仕事を手早くかたづけてしまい、もはやわたしにとっては出版者に対する債務のように感じられるようになってしまったこの契約をさっさと履行し、原稿を本にして出版できたあかつきには、この装置を使っていろいろな実験を試みる余裕もでき、これから述べる論文の補足としてそれを読者に提供できるでしょう。しかし今までにおこなった実験について、わたしはもはやこれ以上読者を待たせておくわけにはいきません。

親愛なる読者へ

普遍的な学問の進歩に関心をよせる人びとは、この書物が学問のうえでふつうに使われる言葉ではなく、いまあなたがたが目にしている言葉で書かれていることはすでにお気づきであろう。よく知られているとおり、高貴で優れたこの本の著者は（言語学者としてもほぼ全能であって）、この本を古代ラテン語でも近代フランス語でも的確に著すことができただろう。

しかしある言語によって述べられた事柄はその言語にとって名誉になるのだし、そしてその名誉は古代のギリシア語とラテン語のように、ときには優れたライバルを産むのだとすれば、この英国の貴人が自らの言語を選んだのはなるほど美しいことではある。そして外国の貴人たちもわれわれの言葉を学べば、あるいは通訳を介せば、わが国の著者から（そしてこの著書からも）、優れた実りある報償が得られるのである。

しかし（物語から引用させていただくなら）「山がモハメットのところに来られないなら、モハメットが山のところに行く」という言葉もある。つまりわたしが言いたいのは、「知力ある人びと、なかでも高貴で高い地位にある人びとは言葉の習得に労力と時間を費やすよりも、それを事柄そのものの理解に費やしたほうがよいのではないか」ということである。いくつもの言語を習得するこ

とは、むしろ事柄そのものを理解するうえで妨げになりはしないだろうか。(思うに) 気高い著者とは万人に対する義務を進んで引きうける者でもある。そこでこの著者の許可を得て、この本はまもなくラテン語に翻訳されることになっている。そうなれば、このご時勢にあって、その起源を探るために遠くまで旅するわけにはいかないお歴々の方がたも、安んじてご自宅で憩えよう。

こういうわけだから、わたしは世の人びとにこの本のラテン語版の宣伝をしないわけにはいかない。わたしより有能な訳者がむだな労を払わないように、「まもなく(主のご加護によって)この訳本が人びとの手元に届けられるはずだ」とお知らせしたい。というのも、いわば知の鉞脈においてなされている活動において、お互いのあいだに必要な文通や情報の交換が欠けていたがために、これまでしばしば無益な出費がなされたり、研究の妨害がおこったりしたのだから。

読者にお伝えしたいことはこれですべてである。ただここで言うほどのことではないかもしれないが、この本の著者が自らおこなった試みについて親切にもわたしたちに知らせてくれたことに対して、読者の方がたが感謝の気持ちを抱くならば、すなわちそれは実験的研究の、つまり〈真実の知〉の友人となり庇護者となることを意味するのである。なればこそ、ここであつかわれているテーマについていくつかほかの記録が欠けていて、がっかりされるかもしれない。著者から聞いたところでは、それについてはこの本をしあげてから補われるとのことである。

最後に、「ラテン語版の出版が遅れているのに詫びないつもりか」などと不平を言わないでいただきたい。すぐれた哲学者たちもみな認めているとおり、長く待たされれば待たされるほど、好きなものを享受する喜びは強められこそすれ、減ったりはしないのだから。 R:Sh./

ダンガーヴァン閣下

わたしの誉れ高き、親愛なる甥へ

閣下へ

パリからの最新の手紙を受けとったので、以前に貴君へ送った手紙に書いたことのほかにもいくつかの実験について補っておきたいという気持ちが高まってきました。わたしは貴君のいちばん忠実な下僕だと自負していますが、しかしこういう気持ちだけは例外で、その命令だけには逆らえません。どんな実験をするのがいちばんふさわしいのかあれこれ考えをめぐらすのは、わたしにとってはいへんな喜びなのです。貴君からの手紙と同時に、パリにいる有能な方がたからも手紙を受け取りました。パリには多くの好学者がいるわけですが、その手紙によれば「当地の好学者たちは今、空気についてのあの興味深い実験、つまり水銀の降下をじゃまする、あの有名な真空実験に大きな関心をよせて取りくんでいる」とのことでした。思うに、貴君の願いに応えるにはトリチェリがやったあのすばらしい実験をさらに押し進めるために研究をつづけるのがいちばんでしょう。これほどに当を得て宜時にかなった話題はほかに見あたらないでしょうから。今そちらでさかんに議論されている問題について、わたしがどんな研究に取りくんでいるかを貴君にお伝えすれば、貴君の生まれつきの好奇心も、実験的な学問に対する貴君の関心も大いにそそられるのではないのでしょうか。

わたしは貴君に何かある新発見を伝えようなどというつもりはありません。ただできるなら、これまでたんに想像されていただけのことについて、何かを知る手助けができればよいと思っています。何か新しい理論ではなくても、少なくともこれまではっきりしなかったことについて新しい証拠を貴君に伝えることができるなら、わたしとしてはそれでじゅうぶん幸せです。わたしが述べたことをきっかけにして、幸いにも貴君が「もっと深く考えてみよう」という気になったり、「この手がかりが示している方向をもっと探求してみよう」という気持ちになってくれればいいのですが。そうなれば貴君への務めを果たすことを通じて、学問の共同体にいさかかなりとも貢献できるわけですから、わたしはそれで満足なのです。実際、貴君のような資力ある有望な人が実験哲学を好きになってくれるなら、哲学の進歩に大いに貢献できることでしょう。というのも、実験哲学を効果的に推進するには知力だけでなく財力も欠かせないからです。自然の謎を解明しようとするとき、ほかの人たちならただ「こんなことをやってみたい」と願い、「こんなふうにやってみたらどうだろう」と計画するだけで終わってしまうことでも、貴君のような有能な人材なら、その資力によって実際にそれをやり遂げることが可能になるからです。

わたしは貴君に気に入ってもらえるようにと、ほかの化学的なテーマではなく敢えてこのテーマを選ぶことにしました。その理由はふたつあります。そのひとつは、空気は生命にとってきわめて大切だからです。人間だけでなく、呼吸をする生物のほとんどすべてはわずかに数分間ですら空気なしに生きていられません。だとすれば空気の本性について何かしら発見がされるなら、それは同時に人類にとって重要なことを解明したことになるでしょう。それからもうひとつは、わたしたちのまわりにある空気のことを研究するためです。わたしたちも、そのほかわたしたちがこの下界であつかうほとんどすべてのものも、いつでもずっと空気と接しています。ですから大気に何かの変化があれば、それによって引きおこされる効果によって、わたしたちにそのことが感知されるはずで、先人たちはこのことについてすでにいろいろなことを書き記してきました（人の身体に現れるいろいろな病気、たとえば春や秋のように気候が突然大きく変化するときには狂気が増えることなど）。ですから大気の本性についてもっと深く研究すれば、これまでほとんど疑われもしなかったいろいろな現象と、大気の変化との関連が見つかるかもしれません。わたしたちがいま取りくんでいるこの仕事はまったく新しい試みなので、お互いにこうして頻繁に文通をしているわけですが、こういう実験についてうそいつわりのない報告を交換すれば、人びとの生活を改善するのに役だけでなく、知の愛好家にとっても大いに楽しみとなるでしょう。これまでいろいろな観点から人びとの心を引きつけてやまなかったこのテーマについて、もっと深く考えをめぐらす手がかりが得られるのですから。

さて、今からわたしがおこなった実験について話をはじめべきですが、しかしその前に自然科学者プリニウスの味わい深い言葉、すなわち「〈仕事を成功させることができたのは誰のおかげか〉」ということを告白するのは、高潔で飾りけのない謙虚なふるまいである」という言葉にしたがうとしましょう。(原註:序言 第1巻。)そしてそれと同時に、わたし自身の独創性がどこにあるかをはっきりさせておきましょう。まずはじめに、これから貴君に紹介しようと思っているエンジンを作る

にあたって、わたしがどこからヒントを得たかをお話します。貴君も覚えておいででしょうが、わたしたちが英国で別れる前に、わたしはある本のことを話題にしたことがありました。そのときわたしはその本のことを聞き知ってはいましたが、まだじっくりとは読んでいませんでした。それは精力的なイエズス会士、ショット師が書かれた本です。ショット師はその本の中で、才能豊かな紳士でありマクデブルグの市長でもあるオットー・ゲーリケ氏が最近、水に沈めたレシーバから空気を抜くのに成功したこと、そしてそのときどういう方法を使ったのかについて説明していました。たしかにこういう実験をすれば、空気にはひじょうに大きな力が備わっていることを、それまでわたしが見たことのあるどんな実験よりもわかりやすく、しかも明瞭に示すことができます（空気を抜いた容器を開けたときや、その容器の中に水を押しあげるとき、空気はものすごい力を発揮します）。貴君にも折りにふれていくつか原稿を見せたとおりに、わたしはそれよりも前から同じような考えにもとづいてこういうことに熱心に取りこんでいました。それでもこの紳士は、容器から空気を抜き出すという手法でもってこんなにもめざましい成果を挙げたのですし、その点ではわたしの先を行っていたのですから、氏の実験報告がわたしに手がかりとやる気を与えてくれたことを認めないわけにはいきません。

しかしどんな発明でも最初から完全なものではなく、修正が必要な欠点や傷がないもの、改善の余地がないものなどありません。わたしたちが今話題にしているエンジンにしても、それをくわしく検討してみたところ、ふたつの点で大きな改良が必要なることがわかりました。第1に、この「風ポンプ」（この装置をこんなふうにな不適切に呼ぶ人もいます）を使って容器から空気を抜くには、この装置の構造上、屈強な男がふたりがかりで数時間にわたって働きつづけなくてはならないという点です。ふたつめの欠点は（こっちのほうがもっと重大なのですが）、〈レシーバ〉あるいは〈空気を抜きだすためのガラス容器〉が一体的な構造になっているので、本体のガラス玉の部分と首の部分に分けられないという点です。エンジンの作りがこうなっているのです、いろいろな実験をしようにも中にもものを入れられないのです。ですからこの器械では（何かができるとしても）、ほんのわずかなことしかできなくて、この著者が観察し、ショット師がそれについて書いている以上の現象はほとんど期待できないのでした。そこでわたしはこれらの欠点を克服するためにG氏とR・フック氏（貴君もこの人のことをよく知っているでしょう。わたしがこれらの実験について研究していたとき、彼はわたしといっしょにいました）に、「かなりの大きさのあるエンジンをなんとか工夫してもらえないか」と頼んだのでした。そのポンプはほかのポンプと同じように水に沈める必要がなく、しかももっと簡単に操作できるものでなければなりません。けっきょく何度か失敗したあと、ほかの人たちからも2点のヒントをもらって、あとに名前を挙げた人が今から説明をするような、わたしが望んでいたとおりのポンプを作りあげてくれたのでした。おかげでドイツ製のエンジンにあったはじめの欠点は完全とはいえないまでも、かなりの程度まで克服できました。それからふたつめの欠陥を克服するために、「実験で使うこのガラス容器に、袖をまくりあげなくても片手が突っ込めるくらいの大きさの穴を開けられないだろうか。そうすれば容器より小さくて短いものなら中に入れられるのではないか」と考えました。わたしには、こういう仕組みを作るのはそんな

にむつかしくないだろうという見込みがありました。というのも数年前、トリチェリの実験を何度か試したときのことを覚えていたからです。トリチェリの実験装置を使って不思議に思っていたことを自から手を下していろいろ試していたとき、ふつうは密閉されているガラス管の先端に穴を開けてやってみたことがありました。そのときそうやって穴を開けたにもかかわらず、穴など開いていないかのようにわたしの思惑どおりにガラス管を使うことができました。それというのも、そのときには〈ダイアキノン〉と呼ばれる漆喰をベースにした特別な密閉剤を使ったからです。わたしの推測はおそらくまちがっていないと思っているのですが、この密閉剤の微細な成分はじつにうまく混じりあっていて、粒子どうしがしっかりと詰まった構造になっているのでしょう。だから外の空気を完全に遮断して侵入させないにちがひありません。「この漆喰を口金とレシーバの穴のあいだにできた合わせ目に詰め込めば、外気が容器に侵入するのを防げるだろう」。わたしはそう考えて、このすぐあとに説明するようなガラス容器をガラス工房に頼んでいくつか吹いて作ってもらいました。職人たちはわたしたちが望んでいたほど大きくて、形が整っていて、使い勝手のよいガラス玉は作れなかったのですが、それでもそのうちのひとつはまずまずのできばえで、ほかよりかなりましに見えたので、これを使って装置を組み立てることにしました。たぶん貴君は「その装置を使うといったいどんな現象がおこるのか、今すぐくわしく聞きかせてもらいたい」と思っているでしょう。

しかしそういういろいろな現象について話しをするより前に、この装置そのものについて説明しておきましょう。この装置は〈レシーバ〉と〈容器から空気を抜くためのポンプ〉という、概ねふたつの部分からできています。

レシーバ（これは錬金術師が使う大きな蒸気溜めに似ているので、ガラス職人がそう呼んでいるのですが、わたしたちもそれにならうことにします）は、〈上部に大きな穴を開けたガラス球〉と〈この穴をおおうふた〉、そして〈ガラス球の下部のくびれに取りつける口金〉からなっています。

レシーバの形は付録の図面の第1図に描いてあります。これには約30ワイン・クォーター [27リッター、直径37cm]の水を入れられます。1ワイン・クォーターには約2ポンドの水が入ります(1ポンドは16オンスです)。ほんとはもっと大きな容器を手に入れたかったのですが、専門のガラス職人でもこれ以上大きくて、こんなに厚くて、そのうえわたしたちの目的にかなう形をしたものを吹きあげることはできなかったのです。

この容器Aのいちばん上に、丸い穴が開いているのが見えるでしょう。この直径BCは約4インチあります [約10cm]。穴の周囲は1インチほど高く盛りあがっていて、ガラス製の土手のようになっています。(貴君が自分のために、これとは別のエンジンを作るかもしれないので説明しておく)と、こういう土手を作るには、緩い円錐型になったガラス管を穴BCに据えつけ、高さ1インチのところまで熱い〈火のし〉を使って切り離せばよいのです。

この土手の役目は図2に描いてあるふたを支えることです。図2には〈土手BCをおおうために铸造した真鍮のリングDE〉が描いてあります。このリングを〈強力できめの細かい密閉剤〉でもって土手に固定します。真鍮のふたFGは、内向きに傾斜したリングの側面(口径3インチ以上)でがっ

ちり受けとめられるようになっていきます。こうするとリングの側の凹状の表面とふたの側の凸状の表面が互いに接触してこすれあうので、すきまは完全に遮断され、外の空気は侵入できません。この〈ふた FG〉の中央には〈直径 1/2 インチ強の穴 HI〉が開いています。この穴のまわりには真鍮の受け口があって、これで〈ニワトリのトサカのような形をした把手がついた回転栓 K〉を受けとめるようになっていきます。ふたの穴にこの栓を差し込んでふさぐのです。栓を穴に差し込んだまま把手をまわしても空気は容器に入ってきませんが、栓自体は必要に応じてはめたりはずしたりできます。この栓の使いかたについてはあとで説明します。栓の下端には〈栓自体を貫く小穴 8〉を開けます。この小穴と〈ふた FG の底に取りつけた小さな真鍮の輪 L〉（これは左右どちら側に取りつけてもかまいません）に〈糸 8,9,10〉を通します。この糸は空にした容器を閉めきったまま、容器の中でいろいろなものを動かすときに使います。

レシーバについてまだ説明していないのは、第 1 図の N に描いた口金です。これはくびれた首の部分をしっかり固定し、そこから空気が入ってこないようにするためのものです。そのためには接続軸 X の周りに錫の板 MTVW を取りつけます。この板はレシーバの首全体をおおえるだけの、じゅうぶんな長さが必要です。この板の接着はかなり困難なので、ここでそのやりかたを解説しておいた方がいいでしょう。やり方はこうです。まず錫板の内側をピッチ、松脂、木灰をドロドロに溶かしてよく混ぜ合わせて作った密閉剤でいっぱいにしておきます。つぎにこの液状の混合物が〈軸 X の上の穴 Z〉にまで入ってこないように、その穴に〈糸をくくりつけたコルク〉で栓をします。こうしておけば〈レシーバの上部に開いている穴〉からコルクの栓を引き抜くことができます。レシーバの首の部分をしっかり暖めておいてから、これを密閉剤の中に突っ込みます。このとき、あとで軸 X がちゃんと機能するように、軸 X の上の部分が顔をだすまでしっかり奥まで突っ込まなくてははいけません。こうすれば錫板とレシーバのあいだも、レシーバの内側と軸のあいだも密閉剤でふさぐことができます。エンジンの上の部分についてはこれで説明は終わりです。

下の部分はフレームと、それによって支えられる「吸引ポンプ」あるいは前にそう呼んだ〈空気ポンプ〉からなっています。フレームは小さいながらもじょうぶな木材でこしらえた 3 本の〈脚 III〉からできています。この脚の片側は手の動きを邪魔しないよう垂直にしてあります。フレームのまん中には、〈脚の横にさしわたして釘づけした板 222〉がありますが、この部品はその形にふさわしく「横隔膜」と呼ばれています。この板の上にポンプ本体をしっかり据えつけます。このポンプについては今から説明します。

ポンプの本体は中空のシリンダー、ピストン (Sucker)、ピストンを動かすハンドル、そしてバルブという 4 つの部分からなっています。

シリンダーは（鋳型で）鋳造された真鍮でできていて、長さは約 14 インチあります [約 35cm]。中は空洞になっていますが、じゅうぶんな強度を保つだけの厚みがあります。中空の口径は約 3 インチ [7.5cm]。その中は職人の技がおよぶかぎり、まっすぐで滑らかな円筒にしあげてあります。この中空のシリンダーに〈2 つの部品からできたピストン 4455〉をはめ込みます。この部品のひとつ、ピストン 44 の直径はシリンダーの空洞の口径よりわずかに小さくて、そのまわ

りに靴を作るときに使う良質で厚みのあるなめし革が釘でとめてあります。この部品はシリンダーにぴったりはめ込まれるので、いったんシリンダーから抜かれるとたいへんな力で叩き込まなくてはなりません。そこまでしておけば、ピストンとそれが上下するシリンダーのあいだをとって空気が入り込むのを防ぐことができます。

今説明したピストンの部品のまん中には〈幅が狭くて、厚みがあり、シリンダーよりもいくらか長い鉄板 55〉がしっかり固定されています。この鉄板の一方の側はまっすぐですが、もう一方の側は図に描にあるようなのこぎり状のギザギザが（いわば）歯のように並んでいます。この歯には小さな（商人がそう呼ぶような）〈歯車 $\alpha \beta$ 〉が噛み合うようになっています。歯車は〈2本の留金 22〉でもって、さっき説明した〈水平な横木 222〉の下に固定されています。横木の上にはシリンダーが設置されています。ピストンはこのポンプの3つめの部品であるハンドルによって上下に動かされます。ハンドルのくわしい形状は図にあるとおりです。

シリンダーの最後の第4の部品は杭 R です。シリンダーの上部には内側に少し傾斜がついた穴が貫通していて、この穴に真鍮の杭を打ち込みます。この杭は自由に差し込んだり取り外したりできます。

エンジンについては上に説明したとおりですが、そのほかこれを作動させる前にいつでもおこなうべきことについてつけ加えておきましょう。というのも、ピストンを動かしたり空気を外側に追い出したりするのはまだしも、容器から空気を抜きはじめてからあと、空気が入ってこないように保つのは想像以上にむづかしいからです。

はじめに、レシーバのいちばん上の部分にサラダオイルを少し注がなくてはなりません。これはひとつには、開閉栓の内部の表面に小さなすきまが開いていることがあるのでそれをふさぐためです。もうひとつは開閉栓の把手 S を左右に滑らかに回転させるためです。それからシリンダーの内側にもオイル少量を注いでおくこと。これはその中をピストンが支障なく円滑に上下に動けるようにするためと、ピストンとシリンダーのあいだに空気が行き来するのを極力防ぐためです。同じように杭の周辺にも油を注いでおかなくてはなりません。それからこのことを言い忘れるわけにはいきません。水と油だけを注いでもシリンダー内でピストンを滑らかに動かせないのですが（奇妙なことに）、ふたつの液体を混ぜ合わせると、どういうわけかかなり容易に（ときには驚くほど）望ましい効果が得られるのです。それから最後に、真鍮のリングにレシーバのふたをはめるときも、そのすきまから空気が入ってこないようにすること。そのためには、さっき説明した漆喰か何かほかのものでふたつ部品の上部をおおってから、熱い〈火のし〉で漆喰を押し広げればよいのです。そうすると漆喰が融けて割れ目や小さなすきまに入り込むので、そこを埋めることができます。こうやって密閉しておかないとそこから空気が入り込んできます。

こうやってすべての準備がととのったら開閉栓の下側にある〈柄 O〉をシリンダーの上にある開口部（図では「&」の記号で示してある）にぴったり差し込みます。最初の実験はハンドルを動かしてピストンをシリンダーの上の方に押し込むことです。こうすればシリンダーの上部に空気はまったく残らないはずで、つぎに「シリンダーの上部にあいている」バルブの穴を杭でふさいで

からハンドルを反対側にまわし、ピストンをシリンダーの下に向かって降ろします。ピストンのこの一連の動きによってシリンダーに入っていた空気は押し出され、そのあとシリンダー内の空間に入ってこれなくなります。ですからシリンダーの内部は完全に空っぽになったことは明らかです。こうしておいてから開閉栓についている把手Sをまわすと、この栓に開いている穴によってシリンダーとレシーバのあいだを行き来できる通り道ができるので、レシーバの中にあつた空気の一部はすぐにシリンダーに降りてきます。把手をもとどおりにまわすと空気はレシーバにもどれなくなります。〔シリンダーの上部にある〕杭をはずしておいてからピストンをもういちどシリンダーの上の方に押しあげると、空気は外に放出されます。このようにピストンを何度も上げ下げし、それに応じて把手をまわしたり、シリンダー上部の穴をふさいでいる杭を抜いたり差ししたりすれば、急いで実験を終えたいときでも実験者の思いどおりに容器から空気を抜くことができます。

貴君はひよっとして、わたしの説明ははじめからあまりにくどくて不必要だと感じているかもしれません。しかし中の空気をかなりたくさん抜き出したとき、たとえわずかな時間でも外の空気を遮断しようとするれば、想像もしなかつたいろいろな困難に出あうものなのです。貴君がそのことを自ら体験してみれば、わたしがここに書いた以上に「もっといろんな条件についてくわしく書き留めておいてくれたらよかつたのに」と思うはずですが、わたしがこれ以上くどくどと書かなかつたのは、実際に試してみればこれ以上の説明は必要あるまいと思うからです。ただ話を先に進める前にこのことは説明しておいたほうがいいでしょう。じつはわたしたちがこのエンジンを使ってやろうとした実験には概ね2種類のものがあります。ひとつは、このエンジンにたとえわずかなもれがあつたとしても、急いでやっつてしまわねばならない実験です。ポンプを急いで動かして空気をすばやく抜いてしまえば、もれが感知できないほどにできます。わたしが「感知できないくらい」と言つたのは、「たしかにもれていることはわかるのだが、それを止めるのは容易ではない」という意味です。もうひとつの種類の実験は容器の中から空気を抜き出すだけでなく、かなり長くその状態を保つておかねばならない実験です。動物そのほかのものを中に閉じこめたり、植物の発芽や成長を確かめたりするばあいがそうです。そういう実験のばあいにはかなり長時間にわたつて外側の空気を遮断しておかなくてはならないことは明らかです。そのばあいには空気がほんのわずかもれただけでも緩みが生じて、「真空」とはいえない状態になってしまいます。真空という言葉の意味について、ここでとりあえずはっきりさせておきましょう。それは「あらゆるものがまったく存在していない空間」のことを意味するのではなく、ただ「空気がほとんどすべて、ないしはまったくない状態」のことを意味するにすぎません。

実験について話を進める前に実験の2つの種類について前置きしたのは適切だつたと思つています。というのも実際に試してみつてわかつたのですが、レシーバが圧縮された大気に取りかこまれてあるとき、わたしたちにはまったく感知できないほどの無数の小さな穴や割れ目から、外気が入り込むのを完全に防ぎつづけるなどということは、とてつもなく（ほとんど想像できないくらい）むづかしいのです。どんなに注意深く作業をしても、どんな工夫をほどこしても、レシーバをほとんど空っぽにしたうえで、そのうえさらにまったくもれが生じないように長時間その状態を保つなど

ということはほとんど不可能でした。けれども（わたしたちも近頃はだいぶ慣れてきたので）ポンプをすばやく根気よく動かして、空気が入ってくるよりもっと早く中の空気を抜き出せるようになったので、ついにレシーバをほぼ完全に空っぽにできるほどになりました。そのためこれまで誰も観察したことのなかったいろいろな自然現象を発見できるようになったのです。

わたしの本業のためもあって、残念ながらこの手紙では、はじめの種類の実験についてしか貴君に報告できそうにありません。貴君の頼みとあれば、主のご加護を得て、わたし自身の時間をどうにかつごうし、ほかのいろんな実験をやりたいと思っていますし、それについて貴君に報告したいとも思っていますが、はたしてそんな条件がととのうかどうか、今のところはわかりません。

ⁱ Edited and translated by A. Rupert Hall and Marie Boas Hall, *The Correspondence of Henry Oldenburg* (1965).

ⁱⁱ Edited by Michael Hunter, Antonio Clericuzio and Lawrence Principe, *The Correspondence of Robert Boyle* (2001).

ⁱⁱⁱ Maddison, R. E. W., *The Life of the Honourable Robert Boyle F.R.S.* (1969), p.93.

^{iv} Edited by Michael Hunter, Edward B. Davis, *The Works of Robert Boyle*, Vol.1, 1999.