

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 12 日現在

機関番号：32714

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24501111

研究課題名(和文) 流体力学に関する誤情報の拡散とその防止法に関する研究

研究課題名(英文) A Study on Diffusion and Prevention of Misunderstood Knowledge on Fluid Mechanics

研究代表者

石綿 良三 (ISHIWATA, Ryozo)

神奈川工科大学・創造工学部・教授

研究者番号：00159790

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：流体力学は重要な学問の一つであるが、関連する現象は一般の予想に反するような動きをしたり驚くような現象も多く、科学入門書やテレビ番組などで取り上げられることが多い。しかし、多くの原理の説明は間違っている。本研究では誤情報の拡散メカニズムの解明とその拡散防止を目的とした。科学入門書と物理学教科書を中心に調査し、調査書籍は600冊、1005項目であり、原理を誤認識している項目は248項目(24.7%)であった。著者が他書を鵜呑みにして確認を怠っていることが最大の原因と考えるが、他にも多く原因がある。誤認識の拡散を防止するためには、個人ではなく学会などの専門家集団による組織的な活動が有効である。

研究成果の概要(英文)：The phenomena with relation to fluid mechanics are often taken up in books on science for popular readers. However, the explanation on the principle of them has often been described under misunderstood knowledge on fluid mechanics in many books. It seems the reason that the many authors don't understand fluid mechanics enough. Also, there is the further reason in the descriptions involved mistaken explanations in a great many books. In present study the mechanism of transmission of so misunderstood explanations has been considered, and the diffusion of them has been investigated. It is also examined and proposed how to prevent the transmission and diffusion of the misunderstood knowledge. For the prevention of them the actions by academic society are effective.

研究分野：流体力学

キーワード：流体力学 科学教育 工学教育 科学入門書 ベルヌーイの定理 翼の原理 誤認識

## 1. 研究開始当初の背景

国際社会において日本の科学技術の競争力は相対的に弱まり、科学技術力・科学教育の水準の回復、向上がわが国の急務となっていた。申請者らは数年前から科学の普及活動を行う中で、多くの一般向け科学書、大学における物理学の教科書、テレビ番組、インターネットなどで流体力学に関連する現象の原理が多くのケースで間違っ て解説されているという実態を把握した。

流体力学は工学および科学技術の分野において重要な学問の一つである。また、流体力学が関係する現象は身近にあるものでも簡単に実験ができる上、一般の人の予想と反するような動きをする場合や驚くような現象も多く、その意外性から一般向け科学書あるいはテレビ番組などで取り上げられることが多い。しかし、それらの現象に対する原理の解説は間違っていることが多い。

また、有名な原理の誤認識として翼の原理の間違いがある。翼の前縁で上面と下面に分かれた流れが同じ時間をかけて後縁に到達するという説明である。少なくとも 50 年ほど前に物理学の教科書等で間違いが散見されており、今井功(当時 東京大学)や種子田定俊(当時 九州大学)など著名な科学者によってこの間違いが指摘されていた。それにもかかわらず、現在に至るまでその間違いは大多数の科学書に伝達、拡散されてしまった歴史がある。

翼の原理以外でも流体力学に関連する現象の原理は誤解され、多くの科学書等で拡散している実態がある。科学の進歩や普及にためには改善されなければいけない状況である。

## 2. 研究の目的

前述のような流体力学に関する誤認識がなぜ長期間にわたって伝承され、それどころか広範囲に拡散してしまったのが問題となる。このような誤認識の伝達、拡散を防止するためには、個々の事例について間違いを指摘するのは有効とはいえ、それらの発生、伝達、拡散のメカニズムを明らかにしていかなければ根本的な改善には結びつかないと考えた。

これらの背景から流体力学に関する誤認識、誤情報の拡散実態、原因を調査し、それらの根源的、根本的問題を明らかにしていくとともに、なぜこのような実態となってしまったのかを考察し、有効な対策を検討する。その成果として、流体力学の正しい理解を提示し、公開、普及していくことを目的とした。特に、高校、中学の理科教員、その主たる教員養成機関としての大学理学部教員および科学の普及活動家に対しては二次的に誤情報を拡散させている源となっているので有効な働きかけを行いたい。誤情報の修正、根絶を最終目標とするが、本研究がその発端となるべく研究成果をまとめ、公開していき、

およそ 10 年を目処に根絶は不可能としても大半の誤情報の改善を図りたい。

## 3. 研究の方法

### 3-1 調査対象のサンプリング

まず、誤情報の拡散の実態を調査するため、一般向け科学入門書と物理学教科書を中心に書籍の調査を行った。他に、関連図書、雑誌、インターネット情報についても調査を行った。

一般向け科学書に関しては、都内の大型書店の 3 つ(いずれも蔵書総数 100 部を超える)において一般向け科学書書架から、流体力学に関する現象や実験などについての記述のあるものをすべて抽出した。他には、神奈川工科大学付属図書館、東京大学総合図書館、いくつかの市民図書館において同様の抽出を行った。

また、物理学の教科書に関しては、流体力学に関する記述(ただし、圧力と水深などの静力学は間違いがほとんどないので除いた)を 2 通りの方法で抽出した。1 つめは、神奈川工科大学付属図書館で 1950 年以降に発行された物理学の教科書のうち流体力学に関する間違っ た記述のあるものを抽出した。2 つめは、誤情報の初期段階を明らかにすることを目的として神奈川工科大学付属図書館、東京大学総合図書館、国会図書館において 1949 年以前で流体力学に関する記述(正誤に関わらず)のある物理学の教科書を抽出した。ただし、国会図書館の 1940 年以前の該当書はマイクロフィッシュとなっており今回は閲覧できず除外した。

以上により、2011 年度までに調査済みの図書と合わせ、600 冊(1005 項目)を抽出し、正誤判定と分析を行った。これらは科学入門書が大多数であり、物理学教科書は統計的な処理にはなじまない。

### 3-2 正誤判定と分析方法

抽出した書籍の中で、流体力学に關係する現象についてその原理に関する記述が正しいかどうかを判定した。その際、現象について多角的に見て、これまで知られている普遍的な原理とも過去の多くの実験の結果とも複数の専門家の書籍とも矛盾していない説明を「正しい」、原理の理解に誤認識、明らかな矛盾のあるものを「間違い」と判断した。

判定結果をはじめとする各情報をデータベースにまとめた。そこに含まれる項目は次の通りである。書籍名、発行年、出版社名、著者(出身学科、専門分野、所属・役職)、記述されている現象・原理の内容、正誤判定(正しい、間違い、不十分(説明不足、誤解を招きやすいなど)、書籍の内容の概略、著者の理解が十分か、という項目である。

## 4. 研究成果

### 4-1 誤情報の拡散の実態

流体力学に関する現象や実験などに関する記述全 1005 項目に対して、間違い(明らかな誤認識)は 248 項目(24.7%)、正しいは 421 項目(41.9%)、不十分(説明不足や誤解を招きやすいなど)は 336 項目(33.4%)であった。不十分の中には、著者は誤認識しているが文面上は間違いとはいえないもの(間違いに近い)から原理の説明がほとんどないものの子供対象では実害のないものなどがある。

間違いに近いものの例として、「飛行機の上面は長く、下面は短い。上面で速く、下面では遅く流れる…」がある。翼の上面と下面とで同じ時間をかけて流れるとする典型的な間違い(同時刻到達説)を連想させ、著者は誤認識していると考えられる。しかし、文面は事実を述べており、間違いとはいえない。

正誤判定から、誤認識が多くみられる現象が浮き彫りになった。それらの中には 50~60 年あるいはそれ以前から間違いがあり、年代を超えて伝達、拡散してきたものもある。たとえば、翼の原理における同時刻到達説、流速が速いところでは圧力が低いという理解(ベルヌーイの定理の誤認識)などがある。このような誤認識は著名な科学者の警鐘にも関わらず、時間と人の壁を越えて伝達、拡散してきたのが、重大なポイントになる。

また、流体力学に関連する現象には多種多様な題材があり、流体力学の知識と理解の不足から誤情報が拡散しているものも多数存在する。

### 4-2 誤認識伝達の原因

誤認識の伝達、拡散の原因は多岐にわたる。また、いくつかの原因、誘因が複合していることも多い。以下に、おもなものを挙げる。

#### (1) 著者が他書を鵜呑みにしてしまうこと

他書や他人の発言を自分自身で検証することなく、鵜呑みにしてしまい、その内容を自身の著書に記載してしまうことが最も根源的で重大な原因である。この傾向は、現在の大多数の科学入門書で見受けられるが、数 10 年前の物理学の教科書でも霧吹き%の原理はベルヌーイの定理の応用例として多くの教科書に掲載され、年代を超えて誤認識が伝承されてきた歴史がある。

#### (2) 科学普及のため著者が大衆化

1990 年代頃から若者の理科離れの懸念から、広く全国各地でさまざまな場面で科学の普及活動が行われ、同時に科学入門書の発行が盛んになった。このこと自体は科学立国である我が国において好ましいことである。しかし、これと同時に、科学入門書の著者や科学ボランティア、理科教員の中に内容や原理をきちんと理解しないまま普及活動を行っている事例が多くなったと思われる。サイエンスライターの中に科学の素養が欠けているにも関わらず他書をコピー、再編している

と推測できる事例もある。

#### (3) ベルヌーイの定理の未理解

ベルヌーイの定理はエネルギー保存則であり、それを適用するにあたっては、同一の流線上であること、エネルギー損失と供給がないこと、という 2 つの条件があることを理解していない著者が多い。この 2 つの条件を考慮せずに「流れが速いところでは圧力が低い」という結果だけを鵜呑みにしていることが誤認識の伝達、拡散の根本的な原因の 1 つであり、極めて多数の事例がある。ベルヌーイの定理を「知っている」と「理解している」はまったく別のことを注意しなければならない。「知っている」だけでは間違いを伝達、拡散してしまう。

#### (4) 専門用語や法則名だけで信用

一般の人はもちろんのこと、理科教員、サイエンスライターの中にも流体力学をしっかりと理解していないと「ベルヌーイの定理」という言葉が出てきただけできちんとした理論に基づくものと判断し鵜呑みにしてしまう人が多いと考えられる。専門用語や法則名が出てくれば、その分野の正しい理解や知識がない限り、その説明を否定することはできず受け入れてしまうのである。

#### (5) 間違いが多数派

誤認識が広く拡散してしまった状況の中では、多くの書籍や多くの人の発言に同様の説明があれば、何の迷いもなくその間違った説明を受け入れてしまうことになる。さらにその間違った説明の方が多数派であれば間違いの拡散を加速する。

#### (6) 間違った原理で現象を説明できる

たとえば、何の制約条件もなく「流れが速いところでは圧力が低い」ということが正しいと仮定すると、実際に起こっている現象を説明できる場合がしばしばある。見かけ上矛盾がなさそうに見えるので信用してしまう傾向がある。他の現象でも同様に見かけ上、つじつまが合っている説明は受け入れられてしまう。

#### (7) 簡潔明瞭な説明は受け入れやすい

ある現象の原理についてさまざまな説明方法があった場合、一般読者はそれらの信ぴょう性よりも説明の明解さや簡潔さによって取捨選択することが考えられる。どんなに正しい説明であったとしても高度な物理学や数学の知識を必要としたり、込み入った説明では受け入れられない。正誤および難易度がさまざまな説明があった場合は難しい説明が淘汰されて簡潔明瞭な説明が普及しやすいと考えられる。したがって、正しい説明を普及させるためには平易で明解な説明を提示しなければならない。

#### 4-3 誤認識の拡散の防止策

流体力学に関係する原理の誤認識は広範囲に数多く見受けられる。また、この問題は他の科学分野でも共通の問題であり、個々の間違いを指摘するだけでは解決できず、また個人の活動による改善は困難であると考え。そのため、学会のような信頼性の高い専門家集団が社会と連携を取りながら組織的に取り組むことが有効と考える。提言する防止策の一部を挙げる。

##### (1) インターネットを活用した情報発信

現代社会においてインターネットによる情報発信は迅速性、広範性などに優れ、影響力の大きな手段である。これを活用して正しい知識や情報を学会等で提供していくことは有効である。ただし、理科教員、科学ボランティア、青少年、広く一般人に閲覧してもらえるような情報の提示方法が課題となる。また、内容の信頼性を担保するためにも学会としての取り組みが期待される。研究代表者の石綿が立ち上げに関わり、現在もコンテンツの提供を続けている日本機械学会流体工学部門ホームページの「楽しい流れの実験教室」には100件を超える実験動画と解説が掲載され、年々アクセス数も増加してきている（2013年度約30,000アクセス、2014年度約38,000アクセス）。

[www.jsme-fed.org/experiment/index.html](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html)

##### (2) 教育関係機関への働きかけ

専門学会と教育関係学会、教員養成機関等と連携した活動が必要と考える。

##### (3) 理科教員等を対象とした研修会の実施

理科教員、科学ボランティア等を対象とした研修会を開催し、正しい理解の普及を目指す。現在、年に2回ほど日本機械学会流体工学部門としてこのような研修会を開催している。

##### (4) 一般向けの科学イベントや科学書

日本機械学会流体工学部門として研究代表者や研究分担者が実行委員長・委員となり、科学イベント「流れのふしぎ展」を続けている。例年、2日間で2000～3000名の来訪があり、少しずつ効果が出ている。また、本研究成果をもとに一般向け科学入門書の出版を計画している。

##### (5) 査読システムの構築

出版社や著者からの希望に応じて、学会として図書の査読を行うシステムがあると、新たな誤情報の伝達を一部防ぐことができる。出版社によってはそのようなシステムを期待する声もある。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計17件)

石綿 良三、根本 光正、山岸 陽一、萩野直人、サイフォンの原理説明の多様性に関する考察、日本機械学会中国四国支部講演会、2015.3.6、近畿大学(東広島市)

石綿 良三、根本 光正、山岸 陽一、萩野直人、サイフォンの原理説明の多様性に関する考察、日本機械学会2014年度年次大会講演会、2014.10.26、富山大学(富山市)

石綿 良三、根本 光正、山岸 陽一、萩野直人、科学書に見られる流体力学に関する誤認識の拡散(対象読者の違いによる影響)、日本機械学会2014年度年次大会講演会、2014.9.8、東京電機大学(東京都)

石綿 良三、流れのふしぎ教員と科学ボランティアのための研修会、日本機械学会第20回流れのふしぎ展、2014.8.12、日本科学未来館(東京都)

石綿 良三、楽しい流れの実験教室、日本機械学会第20回流れのふしぎ展、2014.8.12、日本科学未来館(東京都)

石綿 良三、根本 光正、山岸 陽一、萩野直人、科学書に見られるベルヌーイの定理の誤解の拡散、日本機械学会東海支部講演会、2014.3.18、大同大学(名古屋市)

石綿 良三、根本 光正、山岸 陽一、萩野直人、科学書に見られる間違っただ霧吹きの原理の拡散、日本機械学会2013年度年次大会講演会、2013.9.10、岡山大学(岡山市)

石綿 良三、流れのふしぎ教員と科学ボランティアのための研修会、日本機械学会2013年度年次大会講演会、2013.9.8、岡山大学(岡山市)

石綿 良三、楽しい流れの実験教室、日本機械学会2013年度年次大会講演会、2013.9.8、岡山大学(岡山市)

石綿 良三、流れのふしぎ教員と科学ボランティアのための研修会、日本機械学会第19回流れのふしぎ展、2013.8.13、日本科学未来館(東京都)

石綿 良三、楽しい流れの実験教室、日本機械学会第19回流れのふしぎ展、2013.8.13、日本科学未来館(東京都)

石綿 良三、根本 光正、山岸 陽一、萩野直人、科学書に見られる間違っただ翼の原理の拡散、日本機械学会九州支部講演会、2013.3.13、九州産業大学(福岡市)

石綿 良三、流れのふしぎ教員と科学ボランティアのための研修会、日本機械学会2012年度年次大会講演会、2012.9.9、金沢大学(金沢市)

石綿 良三、楽しい流れの実験教室、日本機械学会2012年度年次大会講演会、2012.9.9、金沢大学(金沢市)

石綿 良三、流れのふしぎ教員と科学ボランティアのための研修会、日本機械学会第18回流れのふしぎ展、2012.8.11、日本科学未来館(東京都)

石綿 良三、楽しい流れの実験教室、日本機械学会第 18 回流れのふしぎ展、2012.8.11、日本科学未来館（東京都）  
石綿 良三、なぜ間違いは拡散するのか？（科学書で見られる流体力学に関する誤認識）日本機械学会イブニングセミナー、2012.7.25、明治大学（東京都）

〔その他〕

ホームページ等

日本機械学会流体工学部門

「楽しい流れの実験教室」

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#15\\_6](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#15_6)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#15\\_4](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#15_4)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#15\\_2](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#15_2)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14\\_12](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14_12)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14\\_10](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14_10)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14\\_8](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14_8)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14\\_6](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14_6)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14\\_4](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14_4)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14\\_2](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#14_2)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13\\_12](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13_12)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13\\_10](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13_10)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13\\_8](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13_8)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13\\_6](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13_6)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13\\_4](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13_4)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13\\_2](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#13_2)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12\\_12](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12_12)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12\\_10](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12_10)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12\\_8](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12_8)

[http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12\\_6](http://www.jsme-fed.org/experiment/index.html#12_6)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石綿 良三 (ISHIWA, Ryoza)

神奈川工科大学・創造工学部・教授

研究者番号：00159790

### (2) 研究分担者

根本 光正 (NEMOTO, Mitsumasa)

神奈川工科大学・工学部・助教

研究者番号：90085134

山岸 陽一 (YAMAGISHI, Yoichi)

神奈川工科大学・工学部・准教授

研究者番号：50210349

### (4) 研究協力者

萩野 直人 (HAGINO, Naoto)