

科学技術と日本の将来

「Experimental Proof Video の提案」

東京工業大学

生命理工学院 ライフエンジニアリングコース 修士課程 2年

杉澤 直斗

1. はじめに

「既に報告されている実験のはずなのに、なぜか再現が取れない」、「この論文に記載されている実験方法って本当に正しいの?」。理系の研究室に在籍の方、または卒業生の方はよく耳にしたことのある嘆きであろう。私たちは既知の実験を行うとき、望む実験が達成されたと記載されている論文を読み、その情報を基に実験を行う。それにも関わらず、再現が取れない場合が多々生じる。私のような実験を始めたばかりの初学者であれば、単純に実験技術が足りないために実験の再現が取れていないことが多い。しかしながら、博士後期課程の学生や先生でさえもそのようなことが起きると、発表された論文の実験方法にそもそも不備があるのではないかと疑ってしまう。2016年に代表的な科学雑誌である **Nature** において、1576人の科学者にアンケートを実施し、70%以上の研究者が他の研究者の実験の再現をしようとして失敗し、半数以上が自分の実験を再現しようとして失敗した経験があることが明らかになった¹⁾。例えば、学校の試験で「この解答は確実に正しいはず」と思っていたのに間違ってしまうように、人間は完全な生き物ではないため、故意でなければミスが生じてしまうことは仕方ない。しかし、既知の実験を基に新しい取り組みを始めようとする実験者にとって、この再現が取れないという問題が大きな時間の浪費を招いていることも事実である。私はこの問題に対し、論文を学術誌などに投稿するにあたり、論文の本文と **Supporting information (SI)** とともに、新たに『**Experimental Proof Video (EPV)**』を提出することを提案する。EPVのシステムが今後浸透していけば、科学技術の進歩に大きく貢献することが期待される。

以下に EPV の定義や特長、日本の科学技術の発展にどのように貢献するかを具体的に述べることとする。

2. Experimental Proof Video の定義

Experimental Proof Video (EPV)は、研究者が新規の研究成果を論文として発表するにあたり、その研究の中で最も重要とされる実験操作の一連の流れを撮影し、その動画を論文とともに査読者に審査してもらい、受諾されたならば論文とともに世に発信する、「実験の証明動画」と定義づける (図 1)。また、その実験方法を解説するため、実際に研究を行った実

験者が動画の中で解説しながら実験を行ったり、字幕をつけながら説明したりするとより好ましいと想定している。

EPVにおいて、動画の内容を研究の中で最も重要とされる実験操作のみに限定したのは、全ての研究内容を動画で撮り続けるにはデータ量が膨大になり過ぎてしまうということと、研究者が動画を撮り続けながら実験を行うのは、実験の効率が低下してしまうためである。

3. Experimental Proof Video の特長

Experimental Proof Video (EPV)には、大きく2つの特長がある。

1つ目は、論文の閲覧者が獲得できる情報量の多さである。これまでに報告された論文の再現実験を行う場合、論文に記載されている文章や図の内容を読み取り、それと同条件になるように実験を行うのが一般的であろう。一方で、EPVが導入されると、文章や図では伝えきれないような非常に細やかな情報の理解が可能となる。例えば、既知の化学反応において、論文に「試薬 A と試薬 B を C °C で D 時間混ぜて目的物 E を合成する」と記載されていた場合、この内容通りに実験を行っているにも関わらず再現が取れない場合がある。この原因として、使用した反応容器（ナスフラスコなど）の大きさや形状はどのようなものか、どのような攪拌子でどのように攪拌して実験を行ったのか、などの細かい情報の内のどれか、または複数のパラメーターが実験結果に寄与していることが想定される。しかし、それらの考えられるパラメーターを1つずつ検証していくには多大な時間がかかってしまう。このように、文章では伝わりきれない情報が実験の再現を妨げているならば、実験を行った著者自身に実験を実際に行ってもらい、注意しなくてはならないことも含めて解説してもらえば、それが再現実験の失敗を回避する一番いい方法であると考えられる。従って、EPVの導入によって獲得できる情報量が大幅に増加し、再現実験が失敗してしまう確率を下げることができる。

2つ目は、発表した論文の信頼性の向上である。一般的に大発見などの素晴らしい研究は、これまで不可能とされていたような常識を覆したりすることが多い。すなわち、これまで正しいと思っていた常識を基に考えると、考えにくい事象が起きているともいえる。そのため、提出された論文の査読者は、この報告されている実験は本当なのかどうか注意深く疑い、審査に膨大な時間がかかってしまう。この時間の消費は、研究者にとっても、論文の査読者にとっても有意義とは言えない。なぜならば、科学業界においては、スポーツ業界のように、プレイヤーとは別に「審判」という職業はなく、論文の査読者（審判）もまた研究者（プレイヤー）であり、自分の実験を進めなくてはならないためである。そのため、査読に膨大な時間を消費した場合、自身の研究の時間を奪うことにもつながってしまう。そこで、論文の根幹ともいえる実験が、論文を発表した実験者の手で上手くいくことが示されている動画が解説付きで公開されているならば、その研究の信頼性は大きく向上し、審査の時間も短縮できると期待される。従って、論文の査読者は、そもそも実験に不備があるという疑いはな

くなり、本質的な内容のみに集中して審査を進めることができるようになる。また、仮に他の実験者が再現を取れなくても、実験結果が間違っているという疑いにつながる可能性は低いと想定される。

以上の2つの特長から、EPVには研究者の実験をより効率化する大きな助けになるとともに、研究結果の信頼性を大きく向上させるポテンシャルを持っていると期待される。また、再現の取れない研究が減少することにも貢献できると考える。

4. 日本科学技術への貢献

代表的な科学雑誌である **Science** や **Nature** はそれぞれアメリカ、イギリスの雑誌であり、他にも代表的な論文として挙げられるような科学雑誌は海外のものが多い。すなわち、日本からの代表的な科学雑誌を作ることは日本の科学技術を世界に認知させる上で大きな課題であると考えられる。しかし、日本の制度における博士課程に対する扱いは非常に悪く、アメリカやイギリスの博士号取得者数と比較して、日本の博士号取得者は少ないことが知られている²⁾。このことから、日本の研究は他国と比較して、研究の量では勝負できないことは自明である。つまり、今までと同じような取り組みを続けているようでは、日本の科学技術レベルの低下を止めることは不可能である。そこで、日本国内で先駆的に **Experimental Proof Video (EPV)**を導入することで、世界から日本の科学雑誌は信頼性が非常に高いと評価されることを期待している。すなわち、研究量は他国に劣るが、日本の研究は間違いなく再現性の取れる信頼できる研究ばかりだと言われることを想定している。

5. 最後に

2020年から世界的に流行している新型コロナウイルス（COVID-19）の影響によって、世界的に仕事や学会などはリモートで行われることが増えてきている。実際に、私の参加予定の学会もリモートに切り替わることになった。このように、これまで「普通」だと考えられていた仕事や学会の様式は大きな変化を迎えている。科学技術の論文雑誌も同様に、紙面で伝える時代からネットで伝える時代が「普通」になった今、新型コロナウイルスの影響で変化を余儀なくされるのではなく、能動的にネットの動画で動く情報も伝える時代に急速に変化することは、日本の科学技術が他国に乗り遅れないために非常に重要であると考えている。これから日本の科学技術業界に入ってこようとしている科学者の卵たちに、日本の科学技術は今も高品質な研究として世界的に注目されているといわれるように、**Experimental Proof Video (EPV)**が大きく貢献してくれることを強く願っている。

6. 参考文献

1)<https://www.nature.com/news/1.19970>、閲覧日 2020年8月12日

2)https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/gijiroku/attach/__icsFiles/afiel_dfile/2013/10/16/1340415-9-2.pdf、閲覧日 2020 年 8 月 12 日



図 1. Experimental Proof Video (EPV)のシステム