

# 科学研究における倫理

## ガイドライン



東京大学 工学部・大学院工学系研究科  
School of Engineering The University of Tokyo



# はじめに

本ガイドラインは，東京大学大学院工学系研究科教員および学生への科学研究における倫理教育を目的として，日本化学会，丸善株式会社，東京大学教養学部の下承のもと，東京大学大学院工学系研究科等コンプライアンス室が作成した資料である。

平成 22 年 6 月

東京大学大学院工学系研究科

出典：日本化学会編，“研究室マネジメント入門”，丸善(2009)。

“自分の言葉？他人の言葉？—学術論文の作法—”，東京大学教養学部英語部会/教養教育開発機構(2009)。



# 目 次

1 倫 理 .....	1
コラム 1 技術者倫理について	2
2 科学と倫理 .....	3
2.1 職業倫理と基本的な科学倫理	3
2.2 倫理性向上のための制度と教育	4
コラム 2 基本的な科学倫理（原子力と生命科学の場合）	5
3 科学における不正行為 .....	6
3.1 FFP	6
3.2 再現性の確認不十分	6
3.3 引 用	6
3.3.1 引用方法	7
3.3.2 言い換え	10
3.3.3 剽 窃	11
3.3.4 出 典	12
3.4 オーサーシップ	13
3.5 誇張した表現	13
3.6 誠実な研究における間違い	14
4 研究室における倫理 .....	15
4.1 研究室	15
4.2 研究テーマの設定	16
4.3 実験遂行中の規範	17
4.4 利益相反	17

5 実験データの取扱い方 .....	18
5.1 単 位 .....	18
5.2 正確さ, 精度, 誤差, 有効数字 .....	19
5.3 統計処理の重要性 .....	19
5.4 異常値の取扱い .....	20
5.5 測定値の信頼性を向上する方法 .....	20
5.6 一次データ, 実験試料の保存 .....	21
5.7 発 表 (再現・検証可能性, 客観性, 規準) .....	21
コラム 3 統計処理の基礎 .....	22
6 不正行為を誘発する現代的な問題 .....	25
6.1 競争, 流動性の増加 .....	25
6.2 研究管理機能の不足 .....	26
6.3 新たな状況 .....	26
6.4 倫理意識の低下 .....	27
7 不正行為の防止について .....	28
8 まとめ—科学と社会 .....	30
付 表 日本学術会議「科学者の行動規範」 .....	31
参考資料 日本化学会の行動の指針 日本化学会会員行動規範(補遺)	
行動の指針 .....	36
参考文献 .....	45

# 1 倫 理

倫理とは、様々なコミュニティに属する各人がそれぞれのコミュニティの中で行動する場合に守るべきそれぞれのコミュニティの規範である。つまり、意思や欲求が一致するとは限らないコミュニティ（集団、社会）内の個人が、コミュニティ内の他人あるいはコミュニティ全体と調和しつつ行動するために必要なルールである。もちろん多くのコミュニティは互いに孤立しているわけではないので、異なるコミュニティの間の調和も求められる。これらのルールには、具体的に明示されている法令などもあれば、抽象的に示されている綱領の類やまた暗黙裡に合意されている慣習、しきたりなどもある。また、これらのルールから逸脱した場合、公式に刑罰を受けることも村八分のような社会的制裁を受けることもある。

ここではこれらをまとめて倫理と呼ぶことにし、倫理綱領、行動規範、道徳など類縁の概念と特に区別しない。その前提で、科学者が科学者として行動する際に、適切な行動を選ぶために必要な実践的な規準や基本的な考え方を述べる。といっても画一的な倫理規準があるわけではなく、規準の適用も弾力的にすべき性質のものである。したがって、常に唯一の正解が導かれるわけではなく、判断が難しい場合もしばしばある。それでも倫理意識を高くもち、適切に行動するよう努力すること、つまり日頃の心がけや行動が、科学者にとっても科学の健全な発展にとっても大事であり、それをおろそかにすると大きな誤りを引き起こすことがあることを理解していただきたい。それが本ガイドラインの趣旨である。なお、ここでは科学（者）といった場合、技術（者）等を含めた広義の科学（者）を考える。

科学者倫理を考える場合、倫理を一般倫理と職業倫理に分けて考えることが多い。“一般倫理”とは、すべての人に共通する倫理で、互いの人権を尊重する、正直である、セクシャル・ハラスメントやパワー・ハラスメントをしないなどの一般的な規範が含まれる。“職業倫理”は、それぞれの職業に特有の行動規範であり、一般倫理を守ることに加えてさらに求められるものである。その職

業につくために特別の訓練や資格を要し、その結果、その職業に対して社会から特権や尊敬が与えられている場合に必要とされる倫理で、一般倫理に比べ、より具体的でより厳しいものである。このことは医者、弁護士などの場合をみれば明らかであろう。科学者の場合、明示的な特権、資格がないことが多いが、社会において科学者が学問の自由と研究資金を与えられ、また、科学に寄せる社会の尊敬や期待が大きいことを考えると、特別の倫理的行動が求められて当然ではないだろうか<sup>1,2)</sup>（「技術者倫理について」はコラム1参照）。なお、倫理活動の目的は、不正行為を罰することではない。より倫理的な行為を心がけることで、不正行為を防止し、科学がより健全に発展することが目的である。

#### **コラム1** 技術者倫理について

本ガイドラインでは技術を科学に含めているので、本文で述べていることは基本的に技術にも適用される。ただし、企業における研究開発の目的は、技術が実用化され社会に貢献し、その対価として企業に利益をもたらすことにある。したがって、技術者の倫理とは、供給する製品やサービスが社会の福利へ真に貢献するか否かを優先的に考えることである。その場合、製品、サービスのライフサイクルにわたる安全、メンテナンスや廃棄物・資源消費などの環境負荷も配慮されなければならない。また、公益に反することは、いくら企業の利益になるといっても安易に受け入れてはならない。実際の対応では難しい局面もあるが、その場合、まず信頼できる上司や同僚と相談することが望ましい。他方、相談しやすい職場環境をつくることは幹部のつとめである。なお、技術者倫理に関しては多くの成書があるので参考にしていきたい<sup>3-5)</sup>。



## 2 科学と倫理

### 2.1 職業倫理と基本的な科学倫理

科学（技術等を含む）とは，“合理と実証を旨として営々と築かれる知識の体系であり，人類が共有するかけがえのない資産でもある。また，科学研究は，人類が未踏の領域に果敢に挑戦して新たな知識を生み出す行為といえる。一方，科学と科学研究は社会とともに，そして社会のためにある。したがって，科学の自由と科学者の主体的な判断に基づく研究活動は社会からの信頼と負託を前提として，初めて社会的認知を得る”のである（日本学術会議「科学者の行動規範」，付表参照）。なお，知の創造だけでなく，知の体系化や次代への継承も科学研究の目的に含まれる。

上述の規範で言っていることは，科学は，社会から役に立つと評価されて初めて存在価値が認められ，社会から研究資金等の支援や学問の自由が与えられるということである。したがって，その活動が社会に役立つことを社会に対し説明する義務が生じる。ここで，“社会の役に立つ”とは，生活の利便性や快適性を高める製品やサービスを開発し提供することばかりではなく，自然現象等を支配する原理や法則を明らかにすることも含まれる。後者は，人々の好奇心を満たし，文化としての科学を進歩させる。もちろん，その成果が結果的に社会で役に立つ具体的な製品，システムに結びつくこともある。これら2種類の科学を，“社会のための科学”，“科学のための科学”ということがあり，それぞれ技術（工学）と狭義の科学に対応している。

このことに加えて，科学者コミュニティ（学会など）は，倫理綱領や行動規範をもち，科学者が誠実に行動することを社会に対し約束することが求められる。これらの綱領や規範は，基本的には互いの尊重，自らの行動における誠実さなど一般倫理に共通する規範に基づくが，具体的，実践的にみると，職業倫理にあたる科学研究に特有の規範，つまり科学者の職業倫理が含まれる。科学者倫理は，科学の営みを健全かつ効率的に行うために必要である。

さらに科学の場合、それが本当に社会、人類のためになるか否かの判断が大事であり、しばしば善意で行ったことが逆効果をもたらすことがある。このことは、社会における科学の影響が大きくなっている現代においてはなおさら厳しく問われることになる。これをより上位の倫理概念として、“基本的な科学倫理”と呼ぶことにする。原子力、生命倫理、地球環境など科学に対する社会の期待が大きい反面、相当な不安も社会に存在する問題の場合、基本的な科学倫理の課題が明らかに存在する（コラム2参照）<sup>1,6)</sup>。

---

## 2.2 倫理性向上のための制度と教育

---

個人の行動の倫理的な選択は、一定の公理があってそこから画一的に導かれるといった類のものではないことはすでに述べた。もちろん基礎となる普遍的な規準はあるが、それだけで正しい行動が選択できるわけではない。多くの事例を知ることやコミュニティ内外における議論や学習を通じて、共通の相場観あるいは常識として各コミュニティに次第に醸成されるものである。また、行動規範、倫理は時代とともに変化することにも注意しなければならない。したがって、普段から倫理性について議論し教育に意を尽くしていれば（倫理向上プログラム）、倫理意識は高まるが、それを怠ると、不正行為を誘発する要因が増大している現代では、加速度的に倫理性が低下し不正行為が多発するようになる。これらの状況の中で、各研究・教育機関や学協会がそれぞれにその組織にふさわしい倫理綱領、行動規範を制定し、その普及・教育・学習を日常的に実践することが極めて大事なこととなる。また、倫理にもとめられる行為があった場合に、それを審理裁定する公正な制度をもち、これを構成員に周知徹底させることも非倫理的な行為を未然に防ぐ上で重要である（7章参照）。日本学術会議が人文・自然科学に共通するプロトタイプとして採択し科学者コミュニティに提案した行動規範を付表(p.31～33)に示す。繰り返しになるが、科学者の一番の目標は、真理の追究であり、社会の福利に貢献する技術の実現であり、そのための地道で誠実な努力である。決して、研究費、経済的報酬や名誉、地位の獲得が一番であってはならない。

**コラム2 基本的な科学倫理（原子力と生命科学の場合）**

原子力の利用には、核兵器としての軍事利用と発電、医療などの平和的利用がある。核兵器は今も国際政治に大きな影を落としているし、発電利用であっても安全性や使用済み燃料の処理、老朽化原子炉の廃棄など安全や環境上の課題が残っている。

原子力については、長い議論や活動の歴史があり、今でも科学倫理上の重大な問題の一つである。原子物理学者による核分裂の発見に端を発し、その積極的な協力を得て原子爆弾が完成、第2次大戦中に大量殺戮兵器として広島、長崎で使用された。そのことが、戦後、科学者の果たした役割について倫理上の厳しい議論を引き起こした。1950年代、東西冷戦のさなか、激化する核兵器開発競争が人類に甚大な被害をもたらす可能性が高まって、核兵器廃絶のための科学者の運動が起こった。ラッセル・アインシュタイン宣言（1955）の呼びかけに応じバグウォッシュ会議が1957年に開催され、10ヶ国、22人の科学者が集まり、核兵器の危険性、放射線危害、科学者の社会的責任について議論した。原子核兵器問題はいまだ解決されていない国際問題であるが、科学者がその拡大を抑制する上で一定の役割を果たしたことは、この活動が1995年ノーベル平和賞を受賞したことから推察される。

生命科学に関しては、遺伝子組換えの基本技術が確立した1973年から、その応用に懸念がもたれ、1975年、世界の科学者が集まって議論し、安全性が確認されないうちは研究活動を自粛することを申し合わせた（アシロマ会議）。その後、危険性が危惧したほど大きくないことが次第にわかり、警戒は緩くなったが、今でも潜在的に善悪両面を有する遺伝子組換え植物、生殖医療、遺伝子治療など倫理上の問題は多い。

この他に、化学・生物兵器を含む軍事研究、地球環境や生活安全の問題の正しい認識と対策なども基本的な科学倫理の重要な対象である。

# 3 科学における不正行為

---

## 3.1 FFP

---

科学における不正行為の中で主要なものは、ねつ造（fabrication, 存在しないデータを都合よく作成）、改ざん（falsification, データの変造、偽造、クッキングやトリミング）、盗用（plagiarism, 他人のアイデア、データ、研究成果を適切な引用をせずに使用）の三つとされ、英語の頭文字をとって FFP という。いずれも科学の健全な発展を阻害するだけでなく、科学に対する社会の期待と信頼を裏切るもので、科学者が決してしてはならない行為である。

---

## 3.2 再現性の確認不十分

---

再現性を十分に確認することなく発表することや、研究グループ内で十分な議論をしないで発表することも、FFP の温床となる不適切な行為である。近年の不正行為には、生命科学系の例が高いが、これは、競争が厳しいこととともに、実験の再現性を確認することが難しいことに一因があるとされる。しかし、再現性がとりにくい場合にこそ、より慎重に再現性を確認することが必要なのではないだろうか。

---

## 3.3 引 用

---

重大なミスコンダクトの一つに、先行する知見の無視や不適切な引用がある。科学の発展は、先人の貴重な成果の上に成り立っているのも、それらを尊重することは大前提である。そして、その上に自らが追加し得た新規性が研究成果の価値を決める。したがって、先人の成果を無視したり、不適切に引用し自らの業績の新規性について誤解を招くようなことをしてはならないし、自分の論文の中で、どの部分が先行研究に依拠するもので、どの部分が自分独自のもの

であるかを、はっきり区別できるように示す必要がある。この区別を曖昧にした場合、あるいは、先行研究ですでに指摘されていることを、あたかも自分自身の考えであるかのように述べた場合、そのような行為は、剽窃<sup>ひょうせつ</sup>と呼ばれる可能性がある。剽窃とは、先人たちの成果を盗用することであり、他人の言葉を、あたかも自分の言葉であるかのように装うことである。剽窃は倫理的な罪である。それは、学問の世界に身を置くことを自ら放棄しようとする行為であり、厳しく非難されるべきことである。処罰の対象となることもある。自分で書いたものが、剽窃と言われることのないよう、先行研究の引用、言い換え、翻訳にあたっては、細心の注意が必要となる。以下に述べるのは、学術論文を書くにあたって、剽窃という罪に陥ることを避けるために守らなければならない、基本的な作法である。

### 3.3.1 引用方法

他人の言葉を使用するときは、その言葉を引用符で囲み、出典を示さなければならない。

例えば、さまざまな文字の体系の起源についての論文を執筆していて、以下の一節を読むと仮定する。この一節は Nicholas Ostler 著、*Empires of the Word : A Language History of the World* (New York : HarperCollins Publishers, 2005) という本の p.154 にある。

Egypt's writing system is strange in that it has no known precursors. The first hieroglyphic inscriptions, on seals, cosmetics palettes, epitaphs and monuments, though they may be short, are well formed in the system that was to persist for the next 3500 years. They use pictures phonetically, making an illustrated word's characteristic consonants do multiple duty, as if a picture of a knife were to stand in English not just for 'knife', but also for 'nifty', 'nephew' and 'enough'.

もし自分の論文の中で、この一節にある重要な語句を用いようとするなら、引用符を用いて、それらの語句がどこにあったのかを、示さなければならない。

Neither of the two main components of the Japanese writing system, kanji and kana, is completely original; most kanji are taken directly from Chinese *hanzi*, while the kana are abbreviated forms of kanji. Similarly, the letters of the English alphabet can be traced to characters in the Latin, Greek, and other writing systems of Europe and the Middle East. In contrast, the writing system used in ancient Egypt has “no known precursors,” and even the earliest examples of Egyptian writing were “well formed in the system that was to persist for the next 3500 years” (Ostler, 2005, p.154).

引用文に変更を加える場合には、そのことを明示しなくてはならない。

引用しようとする文や語句の一部を省略したり、変更する場合は、省略符号 (...) で省略の箇所を、角カッコ ([ ]) で変更の箇所を示す。大文字から小文字（あるいは小文字から大文字）への変更でさえ、しばしば明示することを求められる。

Ostler (2005) notes that “[t]he first hieroglyphic inscriptions ... are well formed in the system that was to persist for the next 3500 years.”

もし原文に間違いが見つかった場合は、それが原著者の間違いであって、引用にあたって犯した自分の間違いではないことを読者に示すため、該当の箇所の後に *sic* という言葉（「このように」という意味のラテン語）を角カッコに入れて書くのがよい。以下の例では “occured” ではなく “occurred” が正しいことになる。

The *New York Times* reported the incident online on December 13, 2003: “The police did not say how the officer died, but said they were not looking for any suspects in the shooting, which occured [*sic*] at 11:57 outside 328 West 53rd street.”

原文の趣旨を変更してはいけない。

7 ページで引用した Ostler の本の一節では、エジプト文字の体系は、これに先立つ他の文字体系がないため「不思議だ」とされている。したがって、次のような引用の仕方は誤りである。Ostler の言葉を前後関係から切り離し、彼が別の理由でエジプト文字の体系を不思議だと考えているかのように書いているからである。このような引用は、原著者の意図を著しく歪めることになる。

#### 悪い例

*In Empires of the Word: A Language History of the World* (2005), Nicholas Ostler wrote that “Egypt’s writing system is strange” because it makes “an illustrated word’s characteristic consonants do multiple duty.”

広く一般に用いられていて、出典の著者独自の考えとは言えない語句に引用符をつける必要はない。

Ostler の引用における、“no known precursors” と “well formed in the system that was to persist for the next 3500 years” という一節は、Ostler によってなされた重要な主張であり、一般的な表現ではない。したがって、もしそれらの表現を用いるなら、引用符に入れなくてはならない。それに対して “hieroglyphic inscriptions” という語句は一般的な表現であり、独創的な考えを表すわけではない。したがって、この語句を、別の文脈で、引用符なしで用いることができる。

The languages of the world have been written in many ways, from the hieroglyphic inscriptions of Egypt and the ideographic characters of China to the phonetic alphabets of Europe.

用いられている語句が一般的かどうかを確かめるためには、Google や他の検索エンジンで、その語句を探してみよう。もし (“hieroglyphic inscriptions” がそうであるように) 違う文脈で使われた例が何百件も何千件もヒットするなら、その語句はおそらく引用符をつけずに安心して用いることができる。もし

検索エンジンの結果が不確かであれば、大事をとることにし、その語句を引用句として扱い、出典をあげる。

### 3.3.2 言い換え

他人の言葉を字句どおり引用するときだけでなく、他人の考えを自分の言葉で表現しなおすときにも出典をあげなければならない。

次のような書き方は許されない。なぜなら、この文章は、Ostler の本の一節にある考えを、そのまま真似たことが明らかだからである。

#### 悪い例

The writing system used in ancient Egypt was unusual because it was like none that came before. The first writing in hieroglyphics, although brief, was fully developed in the form that would remain for the following three and a half millennia. The system uses images to represent sounds, and each consonant in an illustrated word performs more than one task. It is as if an image of a gun were to represent in English not only “gun” but “again,” “goner,” and “goon.”

このような言い換えを行うにあたっては、ここに書かれている考えのもとにあるもの、つまり出典に言及しなくてはならない。例えば“Ostler (2005) explains that the writing system used in ancient Egypt was unusual because ...” という具合に Ostler の名前に触れる、といったやり方である。

Ostler の考えに自分自身の解釈を加えたり、それをより広い文脈にあてはめようとするときは、それなりの書き方を工夫しなくてはならない。例えば、次の文章では、前半で Ostler の考えが要約され、後半 (“the lack of ...” 以下) で新しい考えが提示されている。

While Ostler (2005) points out that the writing system used in ancient Egypt is unusual in that it seems to have been born fully formed as a system that would remain intact for three and a half millennia, the lack of



archaeological evidence of earlier forms does not eliminate the possibility that previous Egyptian writing systems did exist but only in media, such as wood or mud, that have since perished.

一般常識となっている情報、あるいは多数の独立した情報源から得られる情報については、出典に言及する必要はない。

歴史的事実、生没年、科学の原理、広く知られている情報は、引用として扱う必要はない。

The Special Theory of Relativity proposed in 1905 by Albert Einstein (1879–1955) provided mankind with a completely new view of the universe, particularly the notion that no fixed reference points exist.

上の文の中に含まれている情報はすべて、文献その他の多くの情報源の中に存在する。したがって、出典の明示は必要とされない。

### 3.3.3 剽 窃

引用符の使用と出典表記を適切に行わずに他人の言葉を使用した場合、剽窃の罪に問われる。

大学においてであれ、出版界においてであれ、さらに社会一般においてであれ、剽窃は知的分野における窃盗行為であるとされ、剽窃を行う者は、厳しい非難を浴びる。

#### ■意図せざる剽窃

盗用の意図がないにもかかわらず、結果的に剽窃を行ってしまう、ということがある。故意によらない剽窃という事例が多くある。論文を執筆する際には、ある主題について、多くの本や論文、さらには記事やウェブページを読むことになる。その内容を記憶するうち、それらの情報源に含まれていた独自の情報や表現・語句を、知らず知らずのうちに自分の論文に取り込んでしまうのである。そのような、意図せざる剽窃を避けるためには、以下のことを心がけるこ

とが大切になる。

- ・読んだ文献の一覧表を作る。
- ・自分の論文中に使う可能性のある情報や表現・語句について、それらを正確に記録し、情報源を書き留める。
- ・情報源については、文献記載の形式で要求される情報をすべて漏らさず記録する。

### 3.3.4 出典

出典の表示は、標準的で一貫した文献記載の形式に従わなくてはならない。

文献記載の形式は多様で複雑である。本文中に著者名で出典を示し、文末に文献一覧をつけるやり方がある一方で、脚注や巻末の注ですべての出典を示すやり方もある。どのやり方を選ぶかは、学問分野や学術雑誌の慣行、出版社の方針、また時には著者の個人的な好みによる。英語の学術論文において用いられる主な出典表記と文献記載の方法には、Modern Language Association, American Psychological Association, Council of Biology Editors によるもの、あるいは *Chicago Manual of Style* などがあり、この他にイギリスでは、Modern Humanities Research Association によるものが使われることがある。詳しくは、『知識のうらづけ/情報のみなもと―出典表記と文献記載の方法―』を参照のこと。

☞ もっと詳しく知りたい人は…

▼ 次の文献には、ここで述べた問題についてのより詳しい情報が記載されている。

- Composition Program, Drew University (1998-1999). Plagiarism-and how to avoid it! Available from  
[http://depts.drew.edu/composition/Avoiding\\_Plagiarism.htm](http://depts.drew.edu/composition/Avoiding_Plagiarism.htm)
- Harvey, G. (1998). *Writing with sources: A guide for students*, (2nd ed.). Indianapolis, IN : Hackett Publishing Company.
- Harvey, M. (2003). *The nuts and bolts of college writing*. Indianapolis, IN : Hackett Publishing Company.
- Purdue OWL. (2006). Avoiding plagiarism. Available from  
<http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/589/01/>

- ヴァンルーネン, メアリ＝クレア. (1985). 『英語論文の書き方ハンドブック』(渡部昇一, 永盛一 共訳). 東京: 南雲堂. [Translation of van Leunen, M-C. (1978), *A handbook for scholars*. New York: Alfred A. Knopf.]
- 上村妙子, 大井恭子. (2004). 『英語論文・レポートの書き方』. 東京: 研究社.
- 阪田せい子, ラーク, ロイ. 繁明出版編集部. (1998). 『だれも教えなかった論文・レポートの書き方』. 東京: 総合法令出版.
- 吉田健正. (2004). 『大学生と大学院生のためのレポート・論文の書き方』(第2版). 京都: ナカニシヤ出版.

---

### 3.4 オーサーシップ

---

オーサーシップ(誰を著者にしてどのような順番に並べるか)も往々にして問題となる。原則的には、その論文に実質的に貢献し、論文の内容に責任をもつことのできる者を著者にする。ファーストオーサー(筆頭著者)あるいは連絡先の著者が最大の責任をもつことが多い。ところが研究に直接関係しないがお世話になった先生をお礼の意味で著者に加えることがあり問題となる。実験装置やコンピュータプログラムを貸しただけで共著者になることも適切とはいえない。最近では、異分野間の共同研究で、かつ大勢の研究者が参加したプロジェクトが増え、論文の全体に全員が責任をもつことが難しい。異分野間の共同研究は好ましいことなので、このような場合にふさわしいオーサーシップの新しい規準が必要になっている。

---

### 3.5 誇張した表現

---

誇張した表現や誤解を生みやすい表現を用いることは好ましくない。ちょっとしたレトリックで受け取り方が随分変わる。マスメディアなどに発表するときや研究費の申請の場合のように、第三者の審査(ピアレビュー: 同じ専門で内容の評価ができる研究者による評価)がないか、十分に機能しない場合や、情報を受け取る側が非専門家の場合に特に問題が起こりやすく、実際に頻発の傾向がみられる。研究者、研究室内の誠実さと学協会による防止の努力が求められる。

---

### 3.6 誠実な研究における間違い

---

いくら誠実に研究を行っても誤り (mistake) を犯すことはある。科学の進歩は誤りとその修正の繰返しの歴史であるともいわれるくらいである。したがって、良心的に研究を行った上での誤りは研究上の不正行為とはいわない。時には、注意深くやったつもりでもうっかりミスをすることはある。これも不正行為とはいわない。しかし、誠実に研究を行った上での誤りであるか否か、注意の払い方が十分だったか否かは問われる。また誤りとわかったあとの対応が誠実でなければ不適切な行為として糾弾されることになる。

なお、研究成果は、学会等の専門家仲間の批判に耐え一定の評価を受けて初めて科学上の価値が定まるものである。普通は、第三者が追試して再現性を確認して初めて事実として認知される。しかし、実験が巨費をかけた大がかりなものになるとそれが難しい。また、“シェーン事件”のように誰も再現できなかったのに、追試をした方が自らの技術に問題があると思ってしまう場合もある。この例では、マスメディアや商業的科学雑誌の対応も問題をこじらせてしまった。こういったときに、正しい行動をとれるか否か、当該学会の真価が問われることになる。

# 4 研究室における倫理

研究テーマの設定，実験計画，実験の実施とデータの採取，データの解析，学会や学術雑誌への発表が対象である。ここでは，大学や研究所の研究室を念頭において説明する。研究資金，人事，物品の管理については別の章に述べられているが，そこで述べられている規則や規範を遵守することが倫理上求められる。

研究遂行上の具体的な行動規範については，末尾の参考資料に示した日本化学会の行動指針の中にあるので参考にしていただきたい。先に制定された一般的な行動規範の補遺として制定された，より具体的な指針である。

---

## 4.1 研究室

---

研究は，通常，研究室，研究グループにおいて実施される。これらの研究単位は，共同研究の場であると同時に教育の場でもあることが多い。大学ではまさにそうである。また，教員と学生，研究室長と研究員のように，研究指導者・主宰者あるいは上司に対し直接実験を実行する共同研究者・被指導者あるいは部下のように異なる立場の構成員が共存する共同研究，研究グループであることが普通である。研究全体に対する最大の責任は，当然，前者が担うべきである。しかし，研究者としては，構成員は対等の立場で互いの人格を尊重するのが基本原則である。

前者にあたる指導者あるいはシニアの研究者は，テーマ設定，データの取得，解析について主たる責任をもち，研究室内外に説明できるようにしなければならない。生データや実験装置を前にしたオープンな議論の場を用意するとともに，再現性の確認にも責任をもつ。これらについて発表する段階では特に慎重な態度が必要である。また，指導者あるいはシニアの研究者は，志が高く，自由闊達で，倫理的な研究室の雰囲気や醸成維持することにも主たる責任をもつ。科学研究の意義，テーマの意義等についての説明，研究へ取り組む姿勢，倫理

教育、実験の心得、データの採取・解析、データ・試料の保存法、実験ノートの扱いについてもマニュアルを整備するなどして、日常的に指導すべきである。これは各構成員に対して行い、さらに研究室全体として適切に管理するようしなければならない。ただし、これらのすべてを研究室単位で個別に行うことは必ずしも効率的ではないので、上位の組織において共通のマニュアルを用意することが望ましい。

実験者、学生などジュニアな立場にあるものの責任は、指導的立場の研究者の意見を尊重しつつも、実験に対し自ら責任をもって誠実に行うことにある。その意味で、研究に参加するものは、研究者、科学者としては“対等である”と自覚すべきである。十分に議論をして、研究の目的、実験計画とその実施法を自ら納得し、さらに他に対しても適切に説明できるようでありたい。

---

## 4.2 研究テーマの設定

---

1章で述べたように研究課題の意義と実現可能性について、社会に対しても科学者コミュニティ内でも説明できるものでなければならない。これは基本的な科学倫理に関わることでもある。

テーマ設定にあたっては、時代の要請に応える研究は当然必要であるが、時流に盲目的に追随することは戒めたい。流行のテーマは成果が話題になりやすく研究資金を取りやすい傾向はあるが、研究グループで重要性和実現可能性についての認識を共有し、自信をもって独自のテーマを選びたいものである。この意味で常温核融合事件が教訓になろう。簡単な装置で常温核融合を実現したという米国からの報告に端を発し、世界の研究者を巻き込んで一時的だがフィーバーとなった。関連する研究論文数の推移をみると、フィーバー中に多くの論文発表がありいくつかのプロジェクトも実施されたことがわかる。その後、最初の報告自身が誤りであることがわかって、このフィーバーはほぼ消滅したのであるが、最初の報告の後に、“核融合を再現した”とするかなりの数の論文が報告されたことは、実験自身や再現性確認に対する科学者の誠実さを厳しく問うことになった。他山の石とすべき出来事である。

---

### 4.3 実験遂行中の規範

---

実験結果を虚心にそして正確に記録し、試料や実験記録を他者がみてもわかるように保存すること、解析にあたっても（仮説があるのは当然としても）予断をもたずに客観的に行うことは、科学者の基本的な研究態度である。実験結果の再現性確認は、期待した結果が得られた場合の方がむしろ慎重にされるべきである。これらのことは、実験の当事者だけでなく、共同研究者、特に指導的な立場にあるものにも求められる。また、装置とその運転、使用する物質の危険有害性（使用時と廃棄時）など、研究の安全を確保するため研究グループ内で不断に努力することが必要である。実験データの取扱い方法については、改めて述べる。

---

### 4.4 利益相反

---

もう一つ注意すべき問題に利益相反がある。産学連携研究が増えると、大学などの所属機関と私企業との間で利害が衝突する可能性が増える。この点については組織でガイドラインを設け、事前にきちんと処理しておくことが求められる。研究グループの中で複数の産学連携研究が進行する場合には、企業間あるいはサブグループ間の利害に関わるため、科学の進展に本来不可欠な自由でオープンな討論が阻害されることが懸念される。研究者がプロジェクトや共同研究を通じて同時にいくつもの組織に所属するケースが増えているため、それら組織の規範の間で相反が起こりやすくなっている。

# 5 実験データの取扱い方

物理量を正確に精度よく測定することが実験研究の基本である。そのためには、必要十分な正確さと精度でデータ（測定値）を得る努力と、得られたデータを誠実に解析することが大前提となる。そこで、測定と得られるデータの意味、特にその統計的な特徴を正しく理解し合理的に解析処理しなければならない。また、物理量は“単位”を用いて相対値で表される。したがって、国際的に通用する共通の単位を理解して使用することが不可欠である。詳細は他書にゆずり<sup>7,8)</sup>、以下に基本的なことがらを述べておく。

---

## 5.1 単 位

---

測定値は必ず基準に対する相対値で表されるので、基準となる単位とその大きさが共通でなければ（あるいは容易に換算可能でなければ）比較ができない。現在は、原則として国際（SI）単位系が用いられる（SIはLe Systeme International d'Unitesの略）。SI系の基本物理量は、長さ（m）、質量（kg）、時間（s）、電流（A）、熱力学的温度（K）、物質質量（mol）、光度（cd）である。これらから組み立てられる単位をSI組立単位という。速度（ $\text{ms}^{-1}$ ）、エネルギー（ $\text{kg m}^2 \text{S}^{-2} = \text{J}$ ）がその例である。非SI単位には、min（分）、L（リットル）のように併用が認められているものと、dB（デシベル）、Ci（キュリー）のように暫定的に使用が認められているものがある。長さの規準はかつてメートル原器であったが、現在は光速をもとにして決められている。質量は今もキログラム原器による。また、物質質量（mol）については、1 molが炭素12の0.012 kg中に存在する原子の数に等しい数の要素粒子の物質質量と決められる（要素粒子により質量が異なる）。



---

## 5.2 正確さ、精度、誤差、有効数字

---

測定の正確さ（確度, accuracy）は、測定値と真の値との差である。実際には、繰り返し測定したデータの代表値（平均値など）と真の値との差になる。測定は測定値をできるだけ真の値に近づけることを目的とするが、真の値を知ることが必ずしもできるわけではない。精度（precision）は、人、装置などを変えて複数回の測定を実施した場合の測定値のばらつきであり、繰り返し精度、再現精度ともいう。“正確さは低いが精度が高い”ということがあるように、両者は別のものである。

測定値と真の値の差が誤差（error）で、正確さに対応するものは系統誤差、精度に対応するものが偶然誤差（ランダムな誤差）といわれる。系統誤差は、特定の原因により測定値が真の値に対して一定方向にばらつくもので、操作法による誤差、機器の特性に基づく誤差、実験方法による誤差などが原因となる。偶然誤差は、“測定値の平均値 $\pm$ 誤差”のように表記される。

系統誤差（操作誤差、機器誤差、方法誤差） → 正確さ

偶然誤差（ランダムな誤差） → 精度 → 統計処理の対象

いずれの誤差も、誤差の原因を特定できれば、正確さや精度を向上させることができる。

有効数字とは、誤差を考慮した場合に物理的に意味のある測定値の桁数であり、確実な数字のうちの最小桁の一つ下の桁に不確かさの程度を1桁の数字で書き加えて表現する（例：23.11 $\pm$ 0.02 m）。

最近では、誤差に代わって、不確かさ（uncertainty）が指標として用いられることが増えている。不確かさとは、真の値にかかわらず測定されたデータ全体のばらつきのみに着目して評価するものである。解析法に若干の違いが生じるが、本質的には同等である。

---

## 5.3 統計処理の重要性

---

偶然誤差によりばらついている多数回の測定値から、信頼性を判断しながら

真の値を推定する手法に関して述べる。いかに自らの腕を信じてても客観的にそのことが証明されなければ科学的に信頼されることはない。例えば、1回の測定ではいくら頑張っても信頼性を統計的に議論し他人を説得することはできない（コラム3参照）。

---

## 5.4 異常値の取扱い

---

二つのケースがある。一つは、例えば新薬の有効性を確認する場合である。何人もの患者に新薬とプラセボ（偽薬）を投与して効果を測定する。この場合、まず差がないとの仮説に基づいた統計的処理を行い、一定の水準で有意な差が出た場合に仮説が否定され、その水準において新薬の有効性が確認されたことにする。その差が統計的なばらつきの範囲内に入ると、仮説は否定できず新薬の有効性が否定される。

もう一つの場合は測定ミスによる異常値としてそのデータを取り除いてよいかどうかの判定である。明らかに装置の異常があったとか、試料に不純物が多いことが確認された場合はそのデータを削除してもよいであろう。しかし、曖昧なままご都合主義で削除してしまうと、それは改ざん（クッキング、トリミング）であり不正行為になる。“ミリケンの霧箱実験”におけるトリミングの例が有名である。再現性を吟味した上で合理的な理由を基礎に判断すべきである。なお、過去に、異常値の吟味から独創的な発見につながったことがあることにも留意しておきたい。

---

## 5.5 測定値の信頼性を向上する方法

---

実験方法の精度、正確さが、実験目的に必要な水準に達していることを確認することは、測定の前提である。その際、測定値の統計的な特徴を理解して判定することになる（コラム3参照）。なお、再現性のあること（他の研究者が再現実験で確認できること）は、科学の方法論における大前提である。

測定値の信頼性向上は実験研究の中核であるが、ここでは、その重要性を指摘するにとどめる。教科書を勉強し、また、研究室の先輩と十分に議論し、納

得してから実験に取り掛かるようにしたい。

---

## 5.6 一次データ、実験試料の保存

---

実験の一次データを、実験条件、実験方法とともに実験ノート等に正確に記載し保存することは必須である。他者から再現性や不正行為が疑われた場合だけでなく、実験者本人にとっても、のちのち必要な情報となる。また、実験試料を保存しておくことも求められる。すべての試料を長期間保存することは困難であるが、重要なものは必ず保存して必要に応じて提供できるようにしたい。これらは研究室の責任であり、実験ノートの形式やその記載法、試料保存の規準などは各研究室でマニュアルを決め、構成員に周知徹底することが必要である。

---

## 5.7 発表（再現・検証可能性、客観性、規準）

---

新規な成果を得ると、専門分野の学術雑誌や学会（発表会）に研究成果を発表することになる。前述したように、そこでの批判や討論に耐え、また再現実験等で追認されて、初めてその評価が定まる。したがって、発表は研究の一部であり、発表して、初めて研究の1サイクルが終わる。もちろん、研究に終わりはなく、すぐ次のステップに移ることが多い。なお、再現性の確認などを通して評価が定まる前に往々にしてマスメディアに報道され、誤った認識が広まることもある。少なくとも科学者は、マスメディアの報道を鵠呑みにすることなく、自らの冷静な科学的判断により評価をすることが望まれる。

発表前には、研究グループにおいて指導者を中心に、一次データや実験装置を前にして実験結果の信頼性や論理の妥当性を十分に議論して皆が納得することが必要である。研究グループ外のメンバーも加えた場でも議論することは有益であろう。

学術雑誌であれ、学会の口頭発表であれ、一定の形式、慣習がある。これは固定化したものではないが、正確さと効率を求めて永年の間に形成されたもので、その形式、慣習を尊重することが求められる。各分野における優れた論文

の例や論文の書き方に関する参考書を見て学んでいただきたい。例えば、学術雑誌に発表する論文は、多くの場合、①要旨、②序、③実験法、④実験結果、⑤結果の解析・議論、⑥結論、⑦謝辞、⑧文献からなる。序において、その研究の背景を述べ、その研究の意義、得られた成果の新規性と重要性を既存の研究成果をもとに“過不足なく”述べなければならない。序を読むだけでその論文のレベルがわかるといわれるほど、序の部分は大事である。実験結果と解析には信頼性と論理の明確さが求められる。さらに、実験法においては、すでに述べたように、他者が行う再現実験を可能にするために必要十分な情報（データや実験装置）を用意すべきである。また、論理の妥当性についても、それを検証するのに必要な情報が得られるようにしなければならない。高度の情報処理が施されたり、特殊な大型装置を使用する場合は、直接の再現実験が困難であるが、この場合も何らかの検証を他者ができるよう十分な配慮をすべきである。

### コラム3 統計処理の基礎<sup>7, 8)</sup>

#### (1) 平均、分散、標準偏差

繰り返し測定されたデータは、測定されうる全データ群（母集団）の一部であり標本という。母集団から無作為に  $N$  個の標本を抽出して標本の統計的特徴から母集団のデータを推定することが統計処理になる。ここで、測定値  $x_i$  の標本について、まず

$$\text{標本の平均} \quad (1/N) \sum x_i$$

$$\text{標本の分散} \quad \sigma^2 = (1/N) \sum (x_i - \bar{x})^2$$

$$\text{標本標準偏差} \quad \sigma$$

が定義される。同様に、母集団についても平均  $\mu$ 、分散  $\sigma^2$  が定義される。

偶然誤差が発生する場合、測定値  $x$  の確率分布は、測定回数が無限大に近づくと、次の正規分布（ガウス分布）に従う。

$$G(\mu, \sigma, x) = (1/\sqrt{2\pi}\sigma) \cdot \exp\{-(x-\mu)^2/2\sigma^2\}$$

このとき、ある測定値の平均（標本平均） $\bar{x}$  が、 $\mu - t\sigma$  から  $\mu + t\sigma$  の間に入る確率は、 $t=0$  のとき 0%、 $t=1.0$  のとき 68.3%、 $t=1.645$  の

とき 90.0%,  $t=1.960$  のとき 95.0%,  $t=3.0$  のとき 99.7%, となる。

このことは, 例えば, 母集団の分散が既知で  $\sigma^2$  である場合, 母集団の平均  $\mu$  は, 測定回数  $N$  から求めた標本平均を  $x$  としたとき  $x \pm 1.645 (\sigma/\sqrt{N})$  の範囲に 90% の信頼度で存在することを意味する。このように不確かさは測定回数  $N$  の平方根に比例して減少する。他方, 母集団の分散が未知の場合は, Student の  $t$  分布を使って同様に議論される<sup>7)</sup>。例えば, 測定値が 80.0, 81.1, 80.5 の 3 個の場合, 信頼度 90% で,  $80.5 \pm 0.9$  となる。もし, 信頼度 95% とすると,  $81 \pm 1$ , 68.3% でよいなら,  $80.5 \pm 0.4$  である。この場合も, 測定値の不確かさは測定回数  $N$  とともに減少する。

誤差の範囲 (信頼限界, エラーバー) は信頼度によって変わるので, 表示する場合には原則として信頼度を明示する。

## (2) 誤差の伝播, 桁落ち (有効数字の変化)

誤差をもつ測定値の演算, 異なる誤差をもつ他の測定値との演算では, 演算にともない誤差が変化するので注意を要する。大雑把に言えば, 測定値のうちの相対誤差の大きいものが演算後の誤差を決める。

統計的には,  $\delta x_1, \delta x_2, \dots$  の誤差をもつ物理量  $x_1, x_2, \dots$  があるとき, 演算で得られる  $q = q(x_1, x_2, \dots)$  の誤差  $\delta q$  は,

$$\delta q = \sqrt{\sum (dq/dx_1)^2 dx_1^2 + (dq/dx_2)^2 dx_2^2 + \dots}$$

で与えられる (誤差伝播の式)。例えば,  $q = x + y$  で  $x = 20 \pm 2$ ,  $y = 30 \pm 0.3$  のとき,  $dq/dx = dq/dy = 1$  であるから,  $\delta q = \sqrt{2^2 + (0.3)^2} = 2.002$ 。したがって,  $q = 50 \pm 2$  となる。誤差の大きい方が最終の誤差を決めている。

桁落ちとは, 演算によって有効数字が低下することをいう。例えば,  $1.234 - 1.232 = 0.002$  の演算で有効数字は 4 桁から 1 桁に落ちる。この値に 1230 をかけて得られる 2.46 は有効数字を考えると 2 になる。他方,  $(1.234 - 1.232) \times 1230$  の演算の順序を変えて,  $1.234 \times 1230 + 1.232 \times 1230$  とすれば, 有効数字は 3 桁のままで 2.46 が得られる。このように有効数字の変化に注意すると同時に, 桁落ちをしない演算を工夫することも大事である。

### (3) 最小二乗法による回帰

回帰とは、測定結果を特定の関数関係にあてはめてデータの解析を行う手法で、実験結果の解析にしばしば用いられる。測定値と関数値の差の二乗の和、 $\sum (x_i - x)^2$  が最小になるようパラメーターを決めるので最小二乗法あるいは最小二乗回帰という。また、関数が線形である場合を線形回帰、そうでない場合を非線形回帰という。いずれの場合も、適切に適用しないと間違った結果を与えたり誤解に導いたりするので注意を要する。誤差の異なる測定値の場合（例；測定回数が異なる測定値の組の平均）、誤差を考慮して重み付けを行ってから回帰することが妥当である。同様の理由で、回帰を測定値そのものに適用するか、その関数（例えば対数値）に適用するかで、誤差の影響が変わり、異なった結果を与えることにも注意を要する。

# 6 不正行為を誘発する 現代的な問題

科学上の不正行為がマスメディアをにぎわすことが多い。実際に不正行為の数が増加しているか否かは別にして、それだけ、科学の社会に与える影響が大きく、また、社会から科学に寄せる期待も高いことが一因としてあげられる。以下に不正行為の原因や背景について述べ、科学者としていかに対処すべきか考えることにしよう。

---

## 6.1 競争，流動性の増加

---

研究における競争が激化の傾向にある。競争的研究資金の拡大は、プラスの面がもちろんあるのだが、不正行為を招きかねないマイナスの要因にもなる。

まず、競争的研究資金は額が大きいので、獲得すれば研究者は恵まれた研究環境を享受することができる。そのため、誇張した宣伝や他者の成果を無視した表現や、再現性を十分に確認せず発表して研究資金を獲得しようとするものが起こりがちになる。また、マスメディアの報道がこの傾向を助長することがある。さらに、研究費の配分が即効性のある実用的研究に偏り、基礎的な研究を地道に行うことが難しくなることもある。しかし、少々のことにも耐えても自ら大事だと信じる研究を遂行する気概が科学者には求められる。

また、研究者のポストが流動化してきたことはよいことだが、その結果、任期の短いポストなどの研究者の増加をもたらしている。任期に限りがある場合、早く安定した地位を得るために成果を急ぐことになり、不適切な行為に走ることがあり得る。研究の継続性が確保されず、また責任感の低下をもたらすおそれもある。これらの場合も、科学研究の意義を十分に自覚して高い志を持ち、倫理的であり続けていただきたいと願う。

---

## 6.2 研究管理機能の不足

---

異分野間の共同研究が増えて研究全体を理解することが困難になるという研究自身の管理の問題と、研究組織の管理が行き届かないという二つの問題がある。研究組織の管理とは、会計、書類管理などである。研究グループの小規模化と他グループとの連携機会の増加、それに加えて巨額の研究費の投下により、管理が一研究者の管理能力を超える可能性がある。実際そのことが原因の一つと推定される不正行為も起こっている。研究組織全体において、事務管理の集中一元化といった管理部門の強化、効率化が必要である。だからといって、研究者個人が予算規模、研究計画を含めて責任をもつことが最重要であり、各研究室においてこれらの管理をおろそかにすることは許されない。他方、不正行為を防止しようとしてあまりに過剰な管理をすすめると、自由闊達な研究環境という科学にとって最も大事な部分が損なわれるおそれがある。

---

## 6.3 新たな状況

---

前述したように、産学連携などで、一人の研究者が複数の組織に同時に属すると、異なる組織の行動規範を同時に満足することが難しくなる場合がある。利益相反の問題がその例であり、ルールを明確にすること、第三者を介して立場を早目に明確にして対外的に示すことが大事である。その際、科学の成果は、本来、万人に共有されるべきという原則を忘れないようにしたい。

他の懸念される問題は、繰り返しになるが、実験装置が複雑化したことや、高度なデータ処理過程がブラックボックス化して、データの信憑性が外から判断し難いことである。このことが不正行為の誘因になっている場合もある。他者が再現実験によって確認できることが論文発表の大前提であるので、再現あるいは検証実験ができるように十分なデータやデータ処理法を公開可能にすることが求められる。

また、専門の細分化により異分野の評価が難しくなって、少し専門が違うだけでも判断が難しいことも多い。なかには未熟な科学ジャーナリズムを乱用し



て名声を得ようとするものも出てくる。マスコミから行政に飛び火して国家的な誤動作につながることもある。ソウル大学で起こったバイオ研究の不正事例では、論文発表より記者発表が先行するのが常であったという。ここでも、研究者自身の誠実さが最も大切である。戒めたい。

---

## 6.4 倫理意識の低下

---

いかに不正を起こしやすい環境とはいえ、不正を行うのは科学者自身であり、不正は科学者個人の責任である。昨今の状況をみると、研究における倫理意識が全般的に低下していることは否めないように思える。互いの信頼と尊重は科学研究の基本であるが、この点においても危うさを感じる。本書に述べた倫理の基本は、かつては科学者になろうとするものは研究現場で先生や先輩から教えられた。近年、そのような機会が減っているのかもしれない。不正を誘発しやすい環境になりつつあること、科学の社会に対する影響力が大きくなっていることを考えると由々しい問題であり、“科学倫理教育”の重要性が増しているといえる。

# 7 不正行為の防止について

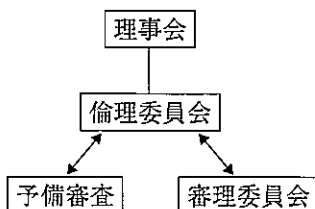
研究組織（大学，研究所），学協会，研究資金提供機関それぞれに綱領，行動規範と審理制度，さらに倫理教育プログラムを策定し，日常的にそれらを実践することが求められる。

不正行為の防止には，このような日常的な教育・普及活動が必要であるが，これに加えて，不正行為の疑いがある場合の“処理制度と手続き”を定めて公開し，構成員に周知させることが有効である。疑いのある場合に，早めに公正な審理を行い裁定することが，不正行為の拡大を防ぐだけでなく，未然防止にも役立つ。不正行為が潜行拡大し突然噴出することがよくあるが，これは好ましくない。不正行為の申し立てが躊躇なくでき，裁定結果には率直に従い，いつまでも根にもつことのないような雰囲気醸成されるとよい。研究室内で疑わしい行為があった場合，早い段階で気楽に研究室内で話し合いができるようになるとなおよい。

なお，上記の目的の達成のため，不正行為の審理制度や手続きにおいて重要なことは，公正性（構成員のバランス），透明性と守秘性のバランス，人権の保護である。審理委員会の構成員は公正，中立性，専門性を考慮し第三者も加えてバランスよく選ばなければならない。被申し立て者の名は裁定が出るまでは完全に秘密を守るべきであるが，個人の人権を不当に侵さない範囲で審理経過は公表すべきである。以上のことを明示的に保証しなければ安心して申し立てすることはできないであろう。第三者審理機関の存在が必要であろうと考えている。

審理制度として日本化学会に準じた例を図1に示す。その他の学会や大学の多くにおいても同様の制度を有していて，それぞれに実際に機能している。

## 1) 制度



## 2) 申し立て後の処理プロセス

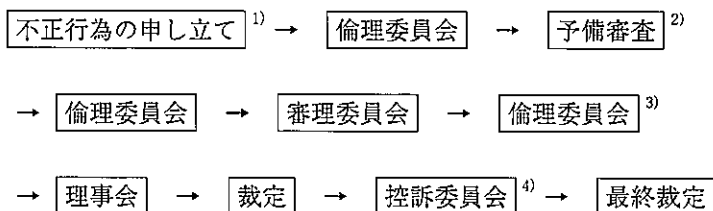


図1 審理制度と審理手続きの例（日本化学会の場合に準じたスキーム）

- 1) 申し立ては、会長または倫理委員会委員長宛に行う。秘密厳守。
- 2) 予備審査は会長、倫理委員会委員長の指名した少人数で行う。予備審査で審理の必要がないと判断され、倫理委員会が承認した場合は、そこで手続きは止まる。必要に応じ申し立て者に通告する。審理が必要と判断された場合、専門家を含む審理委員会を組織して審理を行い、結果を倫理委員会に報告する。
- 3) 審理結果の審議承認。不正がないと判断された場合はその旨を申し立て者に通告。不正があると判断された場合は、理事会の承認を経て、処分を含む裁定内容を、被申し立て者に通告するとともに内容を適切に公開する。
- 4) 被申し立て者は、裁定内容に対する不服がある場合、控訴することができる。その場合、控訴委員会を組織して審議する。

## 8 まとめ—科学と社会

科学（科学、技術を含む広義の科学）は、その多くの成果を社会に還元して豊かな生活の実現に貢献し、社会に対し大きな影響をもつに至っている。今後とも、科学は、皆が豊かさを持続的に享受できる社会を実現するために寄与することが期待される。したがって、その担い手である科学者は、誠実に真摯にその実現に向けて精進することが求められる。

その実現のためには、倫理的な配慮に加えて、何が本当によい科学なのか、何が社会に本当に役立つ科学なのかを適切に判断すること、つまり、前述の“基本的な科学倫理”が大事である（コラム2参照）。現代の諸事象はグローバル化、複雑化して因果関係に不確実性が増しているので、この判断が実は非常に難しい。科学者のわかることには当然限界があり、実際、重要な問題で科学者間の見解は分かれることが多い。また、有力な科学者が専門外の問題に生半可な知識をもとに口を出して事態を混乱させる場合もある。さらに、いわゆるニセ科学も問題である。ニセ科学（疑似科学ともいう）は、“マイナスイオン”や各種“水”商売など、科学の方法論を無視し、挙証責任を果たさないまま、さも科学のように振舞う。しばしば、誤ったテレビ番組、新聞報道やさらにはビジネスにつながり社会問題となる。科学者は不用意にこれらに加担しないことと、正しい情報を社会に対して積極的に発信することが求められる。おそらく、これらの問題の解決には、科学者が、一般市民からみえるところで、市民を交えて誠実に議論することが有効である。

この議論の際に（特に科学者の間や行政との間でしばしば見解の分かれる問題の場合に）考慮すべき規準として、“地球システムにおける循環・持続・定常”、“時間軸（いつ頃問題になるか、いつ頃解決すべきか）と空間軸（グローバルかローカルか）”、“部分と全体（各エネルギー・資源の全体に占める割合）”、“トレードオフとケースバイケース”、“リスクの評価とリスクに見合う適切な対策”、“環境と安全に対する総合的判断”などがあげられる<sup>9,10</sup>。興味のある読者は批判的精神をもってこれらを考えてください。

# 付 表 日本学術会議 「科学者の行動規範」

日本学術会議が、すべての学術分野に共通する必要最小限の行動規範として2006年10月に策定し声明として発表、さらに2013年1月に改訂したもの。各組織や学協会が、この行動規範を参考にして、それぞれに適した行動規範を制定し、それぞれのコミュニティに周知させることを呼びかけている。これらの行動規範の遵守は、科学的知識の質を保証するため、そして科学者個人および科学者コミュニティが社会から信頼と尊敬を得るために不可欠であるとしている。日本学術会議は、これに加え、“科学者の行動規範の自律的実現を目指して”と題して、組織の運営にあたる責任、研究倫理教育の必要性、研究グループの留意点、研究プロセスにおける留意点、研究上の不正行為等への対応からなる呼びかけを行っている。以下に、行動規範を示す。

---

## 科学者の行動規範

---

科学は、合理と実証を旨として営々と築かれる知識の体系であり、人類が共有するかけがえのない資産でもある。また、科学研究は、人類が未踏の領域に果敢に挑戦して新たな知識を生み出す行為といえる。

一方、科学と科学研究は社会と共に、そして社会のためにある。したがって、科学の自由と科学者の主体的な判断に基づく研究活動は、社会からの信頼と負託を前提として、初めて社会的認知を得る。ここでいう「科学者」とは、所属する機関に関わらず、人文・社会科学から自然科学までを包含するすべての学術分野において、新たな知識を生み出す活動、あるいは科学的な知識の利活用に従事する研究者、専門職業者を意味する。

このような知的活動を担う科学者は、学問の自由の下に、特定の権威や組織の利害から独立して自らの専門的な判断により真理を探究するという権利を享受すると共に、専門家として社会の負託に応える重大な責務を有する。特に、科学活動とその成果が広大で深遠な影響を人類に与える現代において、社会は科学者が常に倫理的な判断と行動を為すことを求めている。また、政策や世論の形成過程で科学が果たすべき役割に対する社会的要請も存在する。

平成23年3月11日に発生した東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所事故は、科学者が真に社会からの信頼と負託に応じてきたかについて反省を迫ると共に、被災地域の復興と日本の再生に向けて科学者が総力をあげて取り組むべき課題を提示した。さらに、科学がその健全な発達・発展によって、より豊かな人間社会の実現に寄与するためには、科学者が社会に対する説明責任を果たし、科学と社会、そして政策立案・決定者との健全な関係の構築と維持に自覚的に参画すると同時に、その行動を自ら厳正に律するための倫理規範を確立する必要がある。科学者の倫理は、社会が科学への理解を示し、対話を求めるための基本的枠組みでもある。

これらの基本的認識の下に、日本学術会議は、科学者個人の自律性に依拠する、すべての学術分野に共通する必要最小限の行動規範を以下のとおり示す。これらの行動規範の遵守は、科学的知識の質を保証するため、そして科学者個人及び科学者コミュニティが社会から信頼と尊敬を得るために不可欠である。

## Ⅰ. 科学者の責務

### (科学者の基本的責任)

- 1 科学者は、自らが生み出す専門知識や技術の質を担保する責任を有し、さらに自らの専門知識、技術、経験を活かして、人類の健康と福祉、社会の安全と安寧、そして地球環境の持続性に貢献するという責任を有する。

### (科学者の姿勢)

- 2 科学者は、常に正直、誠実に判断、行動し、自らの専門知識・能力・技芸の維持向上に努め、科学研究によって生み出される知の正確さや正当性を科学的に示す最善の努力を払う。

### (社会の中の科学者)

- 3 科学者は、科学の自律性が社会からの信頼と負託の上に成り立つことを自覚し、科学・技術と社会・自然環境の関係を広い視野から理解し、適切に行動する。

### (社会的期待に応える研究)

- 4 科学者は、社会が抱く真理の解明や様々な課題の達成へ向けた期待に応える責務を有する。研究環境の整備や研究の実施に供される研究資金の使用に

あたっては、そうした広く社会的な期待が存在することを常に自覚する。

#### (説明と公開)

- 5 科学者は、自らが携わる研究の意義と役割を公開して積極的に説明し、その研究が人間、社会、環境に及ぼし得る影響や起こし得る変化を評価し、その結果を中立性・客観性をもって公表すると共に、社会との建設的な対話を築くように努める。

#### (科学研究の利用の両義性)

- 6 科学者は、自らの研究の成果が、科学者自身の意図に反して、破壊的行為に悪用される可能性もあることを認識し、研究の実施、成果の公表にあたっては、社会に許容される適切な手段と方法を選択する。

## II. 公正な研究

#### (研究活動)

- 7 科学者は、自らの研究の立案・計画・申請・実施・報告などの過程において、本規範の趣旨に沿って誠実に行動する。科学者は研究成果を論文などで公表することで、各自が果たした役割に応じて功績の認知を得るとともに責任を負わなければならない。研究・調査データの記録保存や厳正な取扱いを徹底し、ねつ造、改ざん、盗用などの不正行為を為さず、また加担しない。

#### (研究環境の整備及び教育啓発の徹底)

- 8 科学者は、責任ある研究の実施と不正行為の防止を可能にする公正な環境の確立・維持も自らの重要な責務であることを自覚し、科学者コミュニティ及び自らの所属組織の研究環境の質的向上、ならびに不正行為抑止の教育啓発に継続的に取り組む。また、これを達成するために社会の理解と協力が得られるよう努める。

#### (研究対象などへの配慮)

- 9 科学者は、研究への協力者の人格、人権を尊重し、福利に配慮する。動物などに対しては、真摯な態度でこれを扱う。

#### (他者との関係)

- 10 科学者は、他者の成果を適切に批判すると同時に、自らの研究に対する批判には謙虚に耳を傾け、誠実な態度で意見を交える。他者の知的成果などの

業績を正当に評価し、名誉や知的財産権を尊重する。また、科学者コミュニティ、特に自らの専門領域における科学者相互の評価に積極的に参加する。

### Ⅲ. 社会の中の科学

#### (社会との対話)

- 11 科学者は、社会と科学者コミュニティとのより良い相互理解のために、市民との対話と交流に積極的に参加する。また、社会の様々な課題の解決と福祉の実現を図るために、政策立案・決定者に対して政策形成に有効な科学的助言の提供に努める。その際、科学者の合意に基づく助言を目指し、意見の相違が存在するときはこれを解り易く説明する。

#### (科学的助言)

- 12 科学者は、公共の福祉に資することを目的として研究活動を行い、客観的で科学的な根拠に基づく公正な助言を行う。その際、科学者の発言が世論及び政策形成に対して与える影響の重大さと責任を自覚し、権威を濫用しない。また、科学的助言の質の確保に最大限努め、同時に科学的知見に係る不確実性及び見解の多様性について明確に説明する。

#### (政策立案・決定者に対する科学的助言)

- 13 科学者は、政策立案・決定者に対して科学的助言を行う際には、科学的知見が政策形成の過程において十分に尊重されるべきものであるが、政策決定の唯一の判断根拠ではないことを認識する。科学者コミュニティの助言とは異なる政策決定が為された場合、必要に応じて政策立案・決定者に社会への説明を要請する。

### Ⅳ. 法令の遵守など

#### (法令の遵守)

- 14 科学者は、研究の実施、研究費の使用等にあたっては、法令や関係規則を遵守する。

#### (差別の排除)

- 15 科学者は、研究・教育・学会活動において、人種、ジェンダー、地位、思想・信条、宗教などによって個人を差別せず、科学的方法に基づき公平に対



応して、個人の自由と人格を尊重する。

**(利益相反)**

- 16 科学者は、自らの研究、審査、評価、判断、科学的助言などにおいて、個人と組織、あるいは異なる組織間の利益の衝突に十分に注意を払い、公共性に配慮しつつ適切に対応する。

(以上)

# 参考資料 日本化学会の行動の指針

## 日本化学会会員行動規範（補遺）

### 行動の指針

2000年1月、人類、社会、職業、環境、教育の5項目からなる『日本化学会会員行動規範』が採択された。その後、より具体的な倫理上の問題に対する行動指針の必要性が指摘されたことを受け、ここに、会員が出会う機会の多いと思われるいくつかの重要な問題を取り上げて会員がとるべき行動の指針を示すこととした。これらは決して網羅的ではなく、今後、必要に応じて増補・改訂すべきものである。

なお、会員が法令、関係規則を遵守、尊重すべきことはいうまでもない。

---

#### I. 人権が尊重される職場環境

---

会員は、その所属する組織や職場において、構成員の基本的な人権が尊重され、各人がその能力を発揮できるよう、職場環境の改善に努力すべきである。そのために、人種、宗教、国籍、性、年齢、所属に基づく差別的な言動があってはならない。特に、男女共同参画（男女がその特性を活かして差別なく活躍できる職場の実現）の推進、セクシャル・ハラスメント（職場環境を不快にする性的な言動）、パワー・ハラスメント（職場の上下関係にもとづく権限を利用した不適切な言動）等の防止に努め、自らがこの趣旨に反する行動を避けるとともに、未然防止策や事後の対応策について組織としてガイドラインや制度を整備しておくよう努めなければならない。その際、これらの活動が外部に対して適切に公開されることが重要である。また、背景にある社会通念にしばしば問題があるので、その払拭に留意すべきである。

---

#### II. 知的財産

---

会員は、知的財産すなわち科学上の知見に関して、以下の点に十分留意すべ

きである。

特許等に公表された知的財産権を尊重することの趣旨は、第1に、研究成果を広く共有することにより、関係する分野の科学・技術の進歩を促進すること、第2に、新規な技術上の発見・発明者に一定の優先的特典を保障し、その研究成果に対してメリットを得る機会を与え、産業技術の発展に貢献することである。第2の保障が、第1の認識に基づく成果の公表を促すことになる。なお、いずれも科学・技術の進歩への貢献を意図したものである。

元来、知的財産は人類に共有され、その結果として、科学の進歩や技術への応用が促進されるべきものである。従って、知的財産のうち権利化される部分をいたずらに拡大することは、科学・技術の健全な発展にとって好ましいこととはいえない。知的財産の権利化は、科学・技術の発展の基礎となる大学等の公共的な研究機関における自由な討論や成果の発表にとって大きな妨げにならぬよう十分に配慮した上で進められねばならない。

他方、私企業、公共的機関等が連携して研究を遂行するにあたっては、適正な契約とその誠実な履行、組織・個人間に生じる相反関係への適切な対応が求められる。また、知的財産の公表にあたって、捏造、改ざん、盗用など、科学・技術の信頼を損ねることがあってはならない。

---

### Ⅲ．安全の確保

---

会員は、自身の仕事に関わる研究、開発、製造、製品に対する安全・健康・環境について、十全の配慮をすべきである。

#### 1. 自身および所属する組織に対して

##### 1) 自身の安全の確保

化学の分野で研究、開発、製造に関わる者は、所属機関の如何を問わず、それぞれの立場で自分自身の安全・健康を確保するための環境保全について、十分に配慮しなければならない。

##### 2) 組織としての安全の確保

企業の経営的・指導的な立場の会員のように、化学の分野で研究、開発、製造に関わる管理に携わる者は、それぞれの立場で、対応する諸法規につ

いての正しい知識をもち、それらを遵守する精神に基づいて十全な安全・健康・環境保全の仕組みを構築しなければならない。

## 2. 社会に対して

化学に関わる職務に従事する職業人として、広く社会に対しても日常生活で取扱う物品の安全・健康・環境面での注意を喚起し、説明する義務を有する。さらに、会員個人として、組織として、研究、製造過程において社会に対して好ましくない影響を及ぼすことのないよう、また、非意図的に生成するものを含め製造される物質、物品、製品そのものの安全性の確保ならびに健康への影響の配慮について、関連諸法規を視野に入れた万全の対策が講じられなければならない。

## 3. 教育機関における安全の確保

初等中等ならびに高等教育機関において化学関連の教育に携わる者は、生徒ならびに学生実験の場における安全・健康確保に対する十全の配慮（保護眼鏡など安全装具の着用義務付け、安全な実験操作の徹底指導、ドラフトの整備、実験スペースの確保等）をすることに加えて、受講者が安全・健康・環境に対して十分な関心、知識、倫理観念を身につけるための指導をしなければならない。

---

# IV. 企業技術者として

---

企業所属の技術者としての会員は、現実に即した技術者倫理として、以下の行動指針に留意すべきである。

## 1. 被雇用者の立場の会員として

- 1) 雇用者との契約内容を正確に理解し、契約を遵守して誠実に行動しなければならない。
- 2) 業務上知り得た情報の機密保持の責任があるが、人類社会や環境に対して重大な影響が予測される場合には、公共の利益を優先しなければならない。ただし契約者間では対応を話し合い、情報公開の了解を得るなど、事前に雇用者との利益相反の発生を回避することに努めなければならない。
- 3) 自己の能力を認識し、その能力を超えた業務を行う場合、その行為によって社会に重大な危害を及ぼすことがないように慎重に業務を遂行しなければ

ばならない。チャレンジは技術ならびに自己の飛躍のために重要であるが、常に高い能力の指導者に意見を求め、他者の協力を得ることに努めなければならない。

## 2. 経営的・指導的な立場の会員として

- 1) 企業内の法令遵守体制の整備とともに、倫理的問題を含めて不正行為に関する情報の報告や相談に適切に対応できる仕組みを整備しなければならない。
- 2) 倫理的問題発生種の種が生じないように、日常的に組織内で話し合い、点検する仕組みを整備して適切に運用することに努めなければならない。

---

## V. 科学研究の成果の発表

---

### 1. 論文の著者として

- 1) 著者の主要な義務は、行った研究の正確な説明とその意味の客観的な議論を提示することである。論文に記載するデータの偽造、ねつ造や他の著者の文献からの盗用を行ってはならない。
- 2) 著者はその研究の背景となる以前の研究や、その研究を他の研究者が繰り返すために必要な情報の出所を明らかにしなければならない。また、関連する他者の重要な貢献を無視するような不適切な引用を行ってはならない。
- 3) 研究に使う物質、装置、手順に特別な危険の怖れがある場合にはそれらを明示しなければならない。
- 4) 本質的に同じ研究を報告した論文原稿を複数の雑誌に投稿してはならない。
- 5) 論文の共著者は、その研究に重要な科学的寄与をし、結果に対して責任と説明義務を共有するすべての者とすべきである。

### 2. 編集者、査読者として

雑誌の編集者は、投稿された原稿について専門家である査読者に客観的な意見を求め、それらを考慮して自ら評価し掲載の可否を判断しなければならない。査読者はその責任を自覚し、原稿を評価するのに不適格であると考えた場合、査読を辞退し原稿をすぐに編集者に返すべきである。編集者と査読者は原稿の内容を自分の研究に利用したり、第三者に明らかにしてはならない。

### 3. 論文誌以外への発表者として

論文誌以外の刊行物、雑誌や記者会見、新聞発表等で研究の結果を発表する場合は、専門家仲間の査読による助言、批判等の検討を経ないという問題があることに特に留意し、論文誌に発表する時と同じように正確に観察を報告し偏らない解釈をする義務がある。

---

## Ⅵ. 大学および研究機関における研究資金の使用と管理 ならびに研究記録の管理と取り扱い

---

研究グループのリーダーは、研究グループに所属する研究者や学生に対して、実施する研究の意義や役割を明らかにするとともに、自由で率直な意見交換ができる環境を確保するよう努めなければならない。

### 1. 研究資金の適正な使用と管理

- 1) 研究グループのリーダーは、研究グループの研究資金の管理・運用にあたっては法令や規則を遵守し、研究資金の趣旨と規定に沿って適正に使用しなければならない。
- 2) 研究資金の管理は、本来は大学・研究機関の管理（経理）部門に委ねることが望ましい。もし（全面的な）委託が困難な場合には、研究グループ内部に経理担当者を設置して収支や物品の管理状況の開示など透明性を確保するとともに、機関の管理部門による指導や監査を随時受ける体制を整えるべきである。
- 3) 特定の研究グループに充てられる外部からの研究資金は、研究グループに直接ではなく、一旦機関の管理部門等を経由して受け入れることが望ましい。この際、企業などからの資金については、利益相反について十分配慮したうえで受け入れの可否を決定すべきである。
- 4) 研究遂行のために必要な物品類の購入など外部への発注にあたっては、特定の業者のみに偏ることなく複数の出入業者を選定するなど、研究資金の使用における公正さと透明性を確保することに努めなければならない。

### 2. 研究記録の適切な管理と取り扱い

- 1) 研究グループのリーダーは、研究グループに所属する研究者や学生に対

して、実験の詳細および一次データはすべて正確かつ誠実に記録すべきこと、かつ記録した実験ノートは関連する実験試料とともに研究グループに帰属し、確実に保存すべきものであることを周知し遵守させなければならない。このため、実験ノートに記録すべき内容（要件）や保存のしくみについて研究グループとしての具体的なガイドラインを予め取決め周知しておくべきである。とくに学生・院生や研究歴が浅い研究グループメンバーには、これらの点について十分な指導・教育が必要である。

- 2) 研究成果の公表に際しては、つねに実験データの再現性や精度に十分配慮し、客観性の高い取扱いに努めるべきである。とくに、想定外のデータが得られたときには、その理由を十分検討し、再実験を試みるなど、批判的な立場からの確認も行うべきである。

---

## VII. 研究開発プロジェクトの申請と審査

---

### 1. 申請者として

研究開発プロジェクトの申請（プロポーザル）は、その研究開発目的の重要性、研究開発計画の新規性、実現可能性を科学的、合理的に説明するものであり、その記述においては、研究発表の場合と同様の高い倫理性が要求される。他の研究者の成果を正しく引用し、自らの実績に偽造、ねつ造を加えないことはもちろんであるが、誇大宣伝にならぬようにも留意しなければならない。特に大型プロジェクト等で専門分野の異なる審査員を虚偽やレトリックによって誤った判断に導くようなことは厳に慎むべきである。審査経過は原則的に公開であるが、アイデア権に関わる恐れがあるなどの理由により公開は非常に限定されている。研究者個人はこのことで安易になることなく、自ら高い倫理性をもって申請書を作成しなければならない。

### 2. 審査者として

プロジェクト採否が及ぼす影響の大きさを考えると、審査、選考を公正、公平に行うことは、論文審査にもまして重要である。審査者は、審査の公正、公平さと審査基準の的確さが科学・技術の健全な発展の基礎であり、ひいては人類、社会の健全な進歩につながることに深く心を致さなければならない。さら

に、論文審査同様の倫理的配慮（V項参照）に加え、選考結果についても引き続き関心をはらい、採択された計画が適切に実施され目的が達成されるよう意を用いなければならない。審査にあたっては、特定の専門領域に固執したり、個人的好悪や偏見に左右されたり、また、利益誘導をはかるなどをしてはならない。専門領域の異なる事項については、専門家の判断を尊重する謙虚さを持ち、場合によっては審査を辞退することも必要である。

---

## VIII. 教育者として

---

- 1) 初等中等から高等教育にわたる各種教育機関における教育の目的の一つは、被教育者である児童・生徒・学生の能力を最大限に引き出し、次世代を担う人材を育成することにある。教育にあたる者（以下教育者と呼ぶ）はこのことを自覚して、被教育者の人格を尊重し、その自発的な努力を引き出すよう努める必要がある。
- 2) 教育者は、被教育者の能力、資質、志向を十分理解し、教育効果を上げるように努める必要がある。教育者は、単に知識の開示にとどまらず、実験・実習を適切に採り入れるなどの工夫を施すとともに、その知識の背景になる意義や、その知識から演繹される事項などについて、被教育者の理解を深めるように努めることが求められる。また、教育者自らが、最新の知識と情報を幅広く入手し、十分に理解するように心がけることが望まれる。
- 3) 教育・指導にあたっては、被教育者の理解状況を常に把握するように努めるとともに、適宜、試験等の方法で理解・習熟の程度を確認することが必要である。万一、所定の効果が得られていないと思われる場合は、速やかに自身の教育方法を見直すとともに、補講、演習など学力の補充に向けた適切な対策を講じ、修了の認定を安易に行うことは極力避けて、被教育者の能力を最大限に伸ばすようにしなければならない。
- 4) 大学等において、研究の指導にあたる際には、学生の能力に応じた課題を設定し、もしくは学生による課題設定を支援し、学生が課題解決能力を身につけ、課題達成の喜びを体験できるような機会を与えることが求められる。



れる。また、その過程において、適宜個別に指導する機会を設け、データの取り扱い方、報告書の書き方、文献調査の方法等、実践的な手法について十分教育する必要がある。その際、学生の能力に見合っている限り、教育的な視点に基づいて先端的な研究に挑戦させることは重要であるが、教育者が自らの研究のためのデータ収集を学生に強いることは許されない。

---

## Ⅹ. 不正行為の防止と事後処理

---

### 1. 不正行為の防止

不正行為の防止は、科学・技術の健全な発展や社会的な信頼の確立、さらには人間社会の安全と環境の保全のために不可欠である。ここでいう不正行為には、科学論文などのねつ造・改ざん・盗用ばかりでなく、論文の審査、研究開発、プロジェクトの申請や審査の際の不適切な行為、さらには作業環境・環境の安全・健康にかかわる問題、会員の基本的人権にかかわる問題などが含まれる。

会員は、このような不正行為に陥ることのないよう自らを律するとともに、他者に不正行為の疑いがあるときにも適切に対応すべきである。また、不正行為の発生を未然に防ぐための努力も怠ってはならない。

### 2. 防止への取組および事後処理

本会の倫理委員会は、不正行為予防のために、大学生・院生対象の倫理教育カリキュラム、会員・一般対象の普及啓発プログラム（講演、シンポジウム、出版など）を実施する。会員は、これらの日常的活動への参加・支援を通じて職業倫理についての認識・意識を深め、また経営的・指導的な立場の会員は組織内に倫理問題に対応する仕組みを設けるよう努めなければならない。

また、倫理委員会は、会員がかかわる上記の不正行為について必要に応じて調査・審理にあたり、不正行為があったと認められた会員に対しては、会員資格の停止や除名などの化学会としての処分を行うほか、必要に応じて関係機関などに報告する、あるいは公表することがある。

### 3. 他者の行為

会員が所属機関内において、人間社会や環境に重要な影響を及ぼす恐れのある行為や情報を知ったとき、会員個人としてはその情報を公開することを含め

適切な処置をとることが求められる。

一方、組織内では一般に契約によって業務上の守秘義務が要求されている。このような場合には、すみやかに上司あるいは信頼できる人物に相談するなどして、雇用者との利益相反の発生が回避できるように、情報公開への了解を得るべく努力することが望ましい。経営的・指導的な立場の会員は、このような問題について公共の利益を尊重する立場から「会員行動規範」の精神に沿って対応すべきである。

（平成 17 年 1 月 19 日理事会承認）

（平成 20 年 2 月 27 日理事会改定承認）

## 参考文献

- 1) 科学倫理検討委員会 編, “科学を志す人びとへ”, 化学同人(2007).
- 2) 黒川 清 他, “学術会議叢書 科学のミスコンダクト”, (財)日本学術協力財団(2006).
- 3) 杉本泰治, 高城重厚, “大学講義技術者の倫理入門第四版”, 丸善(2008).
- 4) 札野 順, “技術者倫理”, 放送大学教育振興会(2004).
- 5) 中村収三, (社)近畿化学協会工学倫理研究会 編, “技術者による実践的工学倫理”, 化学同人(2006).
- 6) 御園生 誠, “学術の動向”, 2007年1月号, 日本学術協力財団.
- 7) 化学同人編集部 編, “実験データを正しく取り扱うために”, 化学同人(2007).
- 8) 小笠原正明, 細川敏幸, 米山輝子, “測定とデータ分析の基本”, 東京化学同人(2004).
- 9) 御園生 誠, “化学環境学”, 裳華房(2007). (規準は“あとがき”に記述)
- 10) 御園生 誠, “持続可能性社会へ向けた温暖化と資源問題の現実的解法”, 丸善(2008).



科学研究における倫理  
——ガイドライン（2014 年改訂）

---

2010 年 7 月 30 日 発 行  
2012 年 6 月 30 日 第 2 刷発行  
2014 年 9 月 20 日 改訂版発行

---

編 者 東京大学 工学部・大学院工学系研究科©2010, 2014

---

発行所 東京大学 工学部・大学院工学系研究科  
〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1  
電話 (03) 5841-6009

製 作 丸善プラネット株式会社

---

組版／月明組版  
印刷・製本／富士美術印刷株式会社

---



# Ethics Guidelines for Scientific Research

2014

# Ethics Guidelines for Scientific Research 2014

School of Engineering  
The University of Tokyo

First English edition : 2010

Second impression : 2012

Third impression : 2014

Copyright © 2010, 2012, 2014 by School of Engineering, The University of Tokyo

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

PRINTED IN JAPAN



# Introduction

These guidelines were created by the Compliance Office of the Graduate School of Engineering, the University of Tokyo, with the approval of the Chemical Society of Japan, Maruzen Co. Ltd., and the College of Arts and Sciences of the University of Tokyo, to educate teaching staff and students at the Graduate School of Engineering of the University of Tokyo concerning ethics in scientific research.

June 2010  
School of Engineering  
The University of Tokyo

## Sources:

The Chemical Society of Japan, ed. *Kenkyushitsu management nyumon* (Introduction to research laboratory management). Tokyo: Maruzen, 2009.

*Jibun no kotoba? Tanin no kotoba?: Gakujutsu ronbun no saho* (Your words, someone else's words?: Rules for writing academic papers). Tokyo: English Committee, College of Arts and Sciences, the University of Tokyo /Tokyo: Komaba Educational Development, 2009.



# Table of Contents

<b>1. Ethics</b>	<b>1</b>
Column 1: Ethics in Technology	3
<b>2. Science and Ethics</b>	<b>4</b>
2.1 Professional Ethics and Basic Science Ethics	4
2.2 Systems and Education for Improving Ethics	5
Column 2: Basic Science Ethics (in Nuclear Power and Life Sciences)	6
<b>3. Misconduct in Science</b>	<b>8</b>
3.1 Fabrication, Falsification, Plagiarism (FFP)	8
3.2 Inadequate Confirmation of Reproducibility	8
3.3 Quoting	8
3.3.1 How To Quote	9
3.3.2 Paraphrasing	12
3.3.3 Plagiarism	13
3.3.4 Sources	14
3.4 Authorship	15
3.5 Hyperbolic Language	16
3.6 Honest Research Mistakes	16
<b>4. Ethics in the Research Laboratory</b>	<b>18</b>
4.1 The Research Laboratory	18
4.2 Choosing a Research Subject	19
4.3 Code of Conduct While Conducting Experiments	20
4.4 Conflict of Interest	21
<b>5. Handling Experiment Data</b>	<b>22</b>
5.1 Units	22

5.2 Accuracy, Precision, Error, Valid Numbers	23
5.3 The Importance of Statistical Processing	24
5.4 Dealing with Abnormal Values	24
5.5 Improving the Reliability of Measured Value	25
5.6 Saving Primary Data and Experiment Samples	25
5.7 Announcement (Possibility of Replication and Verification, Objectivity, Standards)	26
Column 3: Fundamentals of Statistical Processing	27
<b>6. Contemporary Issues Leading to Scientific Misconduct</b>	<b>30</b>
6.1 Increased Competition and Employment Fluidity	30
6.2 Inadequate Research Management Functions	31
6.3 New Situations	32
6.4 Decline of Ethics Awareness	32
<b>7. Measures for Preventing Misconduct</b>	<b>34</b>
<b>8. Summary—Science and Society</b>	<b>37</b>
<b>Attachment: Science Council of Japan Code of Conduct for Scientists</b>	<b>39</b>
<b>Reference Material</b>	<b>46</b>
Chemical Society of Japan Guidelines for Conduct	
Chemical Society of Japan Code of Conduct (Addendum)	
Action Policy	
<b>Bibliography</b>	<b>58</b>

# 1. *Ethics*

Ethics is the community code which individuals who are members of various communities should obey in the course of their activities in their particular community. In other words, ethics are rules for acting in harmony with other members of the community or with the community as a whole for individuals who are part of a community (group, society) whose intentions and desires do not necessarily coincide. But since numerous communities do not exist in isolation from each other, harmony among different communities is also necessary. The rules may be specifically indicated laws, abstract platforms or customs or practices agreed upon by tacit understanding. And if the rules are broken, official penalties or social ostracism may be imposed.

What is called ethics below is not specifically differentiated from related ideas such as ethical platforms, codes of conduct or morals. With this as a given, the following will describe practical standards and the basic approach necessary for scientists in order to act appropriately in their work as scientists. Having said this, these are not uniform ethical standards, and they should be applied flexibly. Accordingly, they do not invariably lead to the correct answer and it is often difficult to decide what is right. Nonetheless, scientists are called upon to have a strong sense of ethics and to make the effort to act appropriately. Thinking and acting ethically are important for the healthy development of scientists and of science, and negligence of ethics can have serious consequences: the point of these guidelines is to acquaint you with this idea. The words “science/scientists” in these guidelines include technology/technologists and others, and refer to science/scientists in the broad sense.

Ethics for scientists is often divided into general and professional ethics. General ethics refers to ethics in common for all, a general code of conduct under

which people respect each other's human rights, are honest, and do not engage in sexual harassment or power harassment. Professional ethics is the code of conduct particular to each workplace the observance of which is required in addition to the observance of general ethics. Compared to general ethics, professional ethics are more specific and more stringent, as those who practice a particular occupation need special training or qualifications; in return, that occupation is accorded privileges and respect from society. This is clear from the ethical requirements that apply to doctors or lawyers. Scientists, on the other hand, often have a set of clearly defined privileges or qualifications, but considering that they have academic freedom and access to research funds and that society feels strong respect for and expectations toward science, ethical behavior is only to be expected<sup>1,2)</sup> (see Column 1: Ethics in Technology). The aim of ethical activities is not to punish misconduct; it is intended to encourage people to act ethically, prevent misconduct, and help science develop in more positive ways.

**[Column 1] Ethics in Technology**

In these guidelines, science includes technology; the information in the guidelines basically applies to technology as well. However, the aim of corporate research and development is to develop practical applications of technology and contribute to society, from which the company earns a profit as recompense. Accordingly, ethics in technology (ethics for engineers) places priority on whether the products or services provided are truly beneficial for society. This entails safety of the product or service over its lifecycle and attention to the environmental burden generated by maintenance, waste disposal or resource consumption. Acting against the public interest, even though this may bring the company profit, cannot be condoned. In certain situations, the correct course of action may be difficult to judge, but in those cases the individual should consult with trusted superiors or colleagues. On the other hand, company executives have the duty to create a workplace environment conducive to asking for advice. Many books on ethics for engineers have been published and should be consulted.<sup>3-5)</sup>

## 2. *Science and Ethics*

---

### 2.1 Professional Ethics and Basic Science Ethics

---

Science (including technology) “is a system of knowledge based on the principles of reason and empirical proof that is assiduously built up over time, and constitutes an irreplaceable common asset of all humanity. Scientific research is an act that creates new knowledge by boldly pursuing the challenges of unknown fields. Science and scientific research exist both with and for society. Therefore, research activities based on scientific freedom and the subjective judgment of scientists only gain social recognition once they are premised upon public trust and the mandate of the people” (see Attachment: Science Council of Japan Code of Conduct for Scientists). The aims of scientific research include not only the creation of knowledge but also systematizing knowledge and passing this on to successive generations.

What the code above is saying is that science is recognized as having value only once it is judged as being useful to society, which provides research funds and other support and bestows academic freedom. Therefore, science has an obligation to explain how its activities can help society. Helping society does not mean simply developing and providing products and services that make life more convenient and comfortable; it also means elucidating the principles and rules governing natural phenomena. The latter satisfies human curiosity and advances science as a culture, with the results occasionally paving the way to specific products or systems beneficial for society. These two types of science are sometimes called “science for society” and “science for science,” corresponding respectively to technology (engineering) and to science in the narrow sense of the word.

In addition, the scientific community (academic societies, etc.) has an ethi-



cal platform or code of conduct; scientists must undertake to conduct themselves with integrity toward society. These platforms and codes are based on general ethics that basically call for mutual respect, integrity in one's actions and so forth. But in specific, practical terms, these ethics include the code specific to scientific research, in other words professional ethics for scientists. Ethics for scientists are necessary in order to carry out science in a sound, effective manner.

Further, it is important to judge whether science is truly for the benefit of society and humanity, as science carried out with the best of intentions can sometimes have unwelcome effects. This is even more critical today, when science has such a strong impact on society. As a higher-level ethical concept, this will be called "basic science ethics." Society has high expectations of science where nuclear power, life sciences and the global environment are concerned. But at the same time, scientific developments are a source of anxiety, indicating that there are clearly basic science ethics issues involved.

---

## 2.2 Systems and Education for Improving Ethics

---

As has already been noted, it is not self-evident that individuals will uniformly choose to act ethically. Although basic universal standards exist, they are insufficient for enabling us to choose the correct course of action. Every community gradually develops its own sense of shared accepted values or common sense by learning about many cases, or through discussions or study inside and outside the community. One must also note that codes of conduct and ethics change with the times. Accordingly, individuals will develop a stronger sense of ethics if they ordinarily discuss ethics or participate in ethics improvement programs. But in today's world, where temptations leading to misconduct are ever increasing, ethics will rapidly decline and misconduct will occur if ethics education is neglected. Under these circumstances, it is vital for research or educational institutions and academic societies to establish their own ethical platforms or codes of conduct meeting the requirements and demands of their disciplines; they should propa-

gate, teach and study them on a daily basis. It is also important to have a fair system to review and adjudicate unethical conduct, and to keep all members under the ethical code informed in order to help prevent unethical conduct before it occurs (see Section 7).

The Science Council of Japan has adopted and proposed to the scientific community a prototype code of conduct for the humanities and the natural sciences (see Attachment, pp. 39–43). The main aim of scientists is the search for truth, the realization of technologies contributing to the welfare of society, and diligent, sincere effort toward those ends. Never should obtaining research funding, economic remuneration, reputation or position be the primary goal of scientific research.

#### **[Column 2] Basic Science Ethics (in Nuclear Power and Life Sciences)**

Nuclear power may be used for military purposes in nuclear weapons, or for peaceful uses to generate electricity or in health care. Nuclear weapons continue to cast a long shadow on international politics. Even when nuclear power is used for generating electric power, it raises safety and environmental issues related to operational safety, spent nuclear fuel processing, and disposal of superannuated nuclear reactors.

There is a long history of discussion and activities related to nuclear power, which continues to be a major issue in science ethics today. Starting with the discovery of nuclear fission by nuclear physicists and their active cooperation which led to the creation of atom bombs, those bombs were then used in World War II in Hiroshima and Nagasaki, causing massive loss of lives. After 1945, this provoked heated discussion of the ethical dimensions of the role that scientists had played. In the 1950s, at the height of the Cold War and the potential of the heated-up race to develop nuclear weapons to practically wipe out the human race, scientists initiated a movement to eliminate nuclear weapons. In response

to the Russell-Einstein Manifesto of 1955, the first of the Pugwash Conferences on Science and World Affairs was held in 1957, bringing together 22 scientists from 10 countries who discussed the dangers of nuclear weapons, the hazards of radiation, and the social responsibility of scientists. Nuclear weapons are an international issue that remains unresolved today, but scientists have played a part in controlling nuclear proliferation, a role for which they were honored with the Nobel Peace Prize in 1995.

In the fields of life science, there have been concerns over applications of recombinant DNA technology ever since the basic technology was established in 1973. In 1975, scientists from all over the world gathered at the Asilomar Conference to discuss the issue and reached an understanding to exercise restraint in research and development until safety could be confirmed. Gradual realization came that the dangers were not as great as had been feared and vigilance abated, but many ethical issues remain concerning genetically modified plants, reproductive medicine, and genetic medicine, which latently harbor both positive and negative aspects.

Other important topics in basic science ethics are defense research, including chemical and biological weapons, and correct knowledge and measures concerning the Earth's environment and safety in daily life.

## 3. *Misconduct in Science*

---

### 3.1 Fabrication, Falsification, Plagiarism (FFP)

---

The three major acts of misconduct in science are fabrication—creating non-existent data as an expedient means; falsification, or altering, forging, “cooking” or trimming data; and plagiarism, using another person’s ideas, data or research results without proper attribution. Not only do these acts impede the healthy development of science, they undermine society’s trust in and expectations toward science. Scientists should never engage in such acts.

---

### 3.2 Inadequate Confirmation of Reproducibility

---

Failure to adequately confirm reproducibility, or lack of thorough discussion within the research group before announcing findings, are acts of misconduct that can lead to fabrication, falsification or plagiarism. In recent years, there have been numerous examples of misconduct in the life sciences, due partly to stiff competition in the field and also to the difficulty of confirming experiments’ reproducibility. It is precisely in such cases, however, that extra care should be taken to ensure that results are replicable.

---

### 3.3 Quoting

---

One type of serious misconduct is to ignore or inappropriately quote preexisting knowledge. Progress in science rests on the worthy achievements of predecessors: the assumption is that their discoveries will be respected. New information that adds to what came before determines the value of research findings. Therefore, it

is unacceptable to ignore previous achievements or misrepresent the newness of the researcher's own achievements by quoting inappropriately. Furthermore, it is necessary to clearly distinguish between and show which parts of the research are based on previous research and which are uniquely the researcher's. If the researcher fails to make this distinction clear, or writes in a way implying that his or her research is original thought when it has in fact been cited in prior research, this could be construed as plagiarism. Plagiarism is fraudulent use of predecessors' achievements and using others' words as if they were one's own. Plagiarism is an ethical offense. For an individual in the academic community, plagiarism is a self-destructive act that should be strongly condemned. A person who commits plagiarism may also be punished. To avoid accusations of plagiarism, quoting from previous research, paraphrasing, and translating must be done with the utmost care. The following are basic rules that should be observed to avoid plagiarism when writing an academic paper.

### 3.3.1 How To Quote

When quoting someone's words, place those words in quotation marks and give the source.

For example, assume that you read the following passage in a paper about the origin of various writing systems. This passage is on p. 154 of *Empires of the Word: A Language History of the World*, by Nicholas Ostler (New York: HarperCollins Publishers, 2005).

Egypt's writing system is strange in that it has no known precursors. The first hieroglyphic inscriptions, on seals, cosmetics palettes, epitaphs and monuments, though they may be short, are well formed in the system that was to persist for the next 3500 years. They use pictures phonetically, making an illustrated word's characteristic consonants do multiple duty, as if a picture of a knife were to stand in English not just for 'knife', but also for 'niffy', 'nephew' and 'enough'.

If you quote an important part of this passage in your own paper, you must use quotation marks to indicate which of the writing is quoted material.

Neither of the two main components of the Japanese writing system, kanji and kana, is completely original; most kanji are taken directly from Chinese *hanzi*, while the kana are abbreviated forms of kanji. Similarly, the letters of the English alphabet can be traced to characters in the Latin, Greek, and other writing systems of Europe and the Middle East. In contrast, the writing system used in ancient Egypt has “no known precursors,” and even the earliest examples of Egyptian writing were “well formed in the system that was to persist for the next 3500 years” (Ostler, 2005, p.154).

If the quoted passage has been changed in some way, this must be made clear.

If you omit or change words or phrases in the quoted passage, show this by using ellipsis (...) to indicate parts omitted or square brackets ([ ]) to show changes. Even changing from upper case to lower case (or vice versa) must be indicated in this way.

Ostler (2005) notes that “[t]he first hieroglyphic inscriptions ... are well formed in the system that was to persist for the next 3500 years.”

If there is an error in the original text, the error is the original author’s, and to inform readers of this the word “sic” (Latin for “in this way”) in square brackets should be put in the appropriate place in the quotation. In the example below, the correct word is “occurred.”

The New York Times reported the incident online on December 13, 2003: “The police did not say how the officer died, but said they were not

looking for any suspects in the shooting, which occurred [sic] at 11:57 outside 328 West 53rd Street.”

The meaning of the original text must not be changed.

The passage from Ostler quoted on p. 9 says that Egypt’s writing system is “strange” because it has no known precursors. Therefore, the way the passage below is quoted is incorrect because Ostler’s words are taken out of context and made to sound as though he believes Egypt’s hieroglyphs are strange for a different reason, which strongly distorts Ostler’s intention.

#### Poor example

In *Empires of the Word: A Language History of the World* (2005), Nicholas Ostler wrote that “Egypt’s writing system is strange” because it makes “an illustrated word’s characteristic consonants do multiple duty.”

Quotation marks are not necessary for common, widely used phrases which are not uniquely the quoted author’s.

In the quotation from Ostler, the phrases “no known precursors” and “well formed in the system that was to persist for the next 3500 years” are important assertions by the author and are not common expressions. Therefore, if these phrases are used, they must be placed in quotation marks. On the other hand, a phrase such as “hieroglyphic inscriptions” is common and does not indicate original thinking. This phrase, then, can be used without quotation marks in a different passage.

The languages of the world have been written in many ways, from the hieroglyphic inscriptions of Egypt and the ideographic characters of China to the phonetic alphabets of Europe.

To check whether a certain phrase is in common use, try searching on Google or a similar search engine. If your search uncovers hundreds or thousands

of instances of use in other passages (as is the case with “hieroglyphic inscriptions”), it is probably safe to use the phrase without quotation marks. If search engine results are inconclusive, play it safe—use quotation marks and cite the source.

### 3.3.2 Paraphrasing

Identify the source not only in the case of a direct quotation but also when expressing another person’s ideas in your own words.

The following way of writing is not allowed, because it is clear that the passage simply imitates what Ostler is saying.

#### Poor example

The writing system used in ancient Egypt was unusual because it was like none that came before. The first writing in hieroglyphics, although brief, was fully developed in the form that would remain for the following three and a half millennia. The system uses images to represent sounds, and each consonant in an illustrated word performs more than one task. It is as if an image of a gun were to represent in English not only “gun” but “again,” “goner,” and “goon.”

When paraphrasing in this way, the source providing the original idea on which the passage is based must be cited. For example, mentioning the original author by saying “Ostler (2005) explains that the writing system used in ancient Egypt was unusual because...” would be acceptable.

If you wish to add your own interpretation to Ostler’s idea or apply it to a longer passage, the passage needs to be written a certain way. For example, in the passage below, the first part summarizes Ostler’s ideas, the second half (starting from “the lack of...”) begins a new idea.

While Ostler (2005) points out that the writing system used in ancient



Egypt is unusual in that it seems to have been born fully formed as a system that would remain intact for three and a half millennia, the lack of archaeological evidence of earlier forms does not eliminate the possibility that previous Egyptian writing systems did exist but only in media, such as wood or mud, that have since perished.

It is not necessary to cite sources when the information is common knowledge or comes from multiple independent sources.

There is no need to handle historical facts, dates of birth and death, principles of physics and widely known information as quotations.

The Special Theory of Relativity proposed in 1905 by Albert Einstein (1879–1955) provided mankind with a completely new view of the universe, particularly the notion that no fixed reference points exist.

All of the information in the above sentence can be found in documents and many other information sources. Accordingly, it is not necessary to cite sources.

### 3.3.3 Plagiarism

You are plagiarizing if you use another person's words and fail to use quotation marks and cite sources appropriately.

Whether in academia, in publishing or in society at large, plagiarism is theft in the intellectual sphere. Those who plagiarize are strongly condemned.

#### Unintended plagiarism

Unintended plagiarism may sometimes occur; examples of this abound. When writing a paper on a certain subject, the writer will read many books, papers, articles, and websites. As the writer absorbs the content of the materials, he or she may unconsciously incorporate information, phrases or words from those information sources into the paper being written. To avoid unintended plagiarism, the

following rules should be observed:

- Make a list of the books and documents you have read.
- Accurately record information, phrases or words you may possibly use in your paper and note the source of the information.
- Record all the information about your sources that is required by the bibliographical format you are using.

### 3.3.4 Sources

Citation of sources must follow a standard, consistent bibliographical format.

Numerous and complex bibliographical formats exist. In some formats, the author's name may be shown in the text, or a bibliography may appear at the end. A complete list of sources may also be cited in footnotes or as end-of-chapter notes. The format to be adopted depends on established practice in a particular academic discipline or academic journal, the publisher's policy, or sometimes even on the writer's personal preference. The main systems for documenting sources and for bibliographic entries for academic papers in English are those of the Modern Language Association, the American Psychological Association, and the Council of Biology Editors, or the *Chicago Manual of Style*, and in the U.K., the Modern Humanities Research Association. For details, see *Chishiki no urazuke/joho no minamoto: Shuten hyoki to bunkenkisasi no hoho* (Substantiating knowledge/information sources—how to list sources and bibliographic references).

*For those who wish to learn more...*

The following reference materials offer detailed information on the issues raised above.

Composition Program, Drew University (1998–1999). Plagiarism—and how to avoid it!

Available from [http://depts.drew.edu/composition/Avoiding\\_Plagiarism.htm](http://depts.drew.edu/composition/Avoiding_Plagiarism.htm)

- Harvey, G. (1998). *Writing with sources: A guide for students*, (2nd ed.). Indianapolis, IN: Hackett Publishing Company.
- Harvey, M. (2003). *The nuts and bolts of college writing*. Indianapolis, IN: Hackett Publishing Company.
- Purdue OWL. (2006). Avoiding plagiarism. Available from <http://owl.english.purdue.edu/owl/resource/589/01/>
- Van Leunen, M-C. (1985). *Eigoronbun no kakikata handbook* (Handbook on how to write papers in English). Translated by Shoichi Watanabe and Hajime Nagamori. Tokyo: Nanundo. [Translation of van Leunen, M-C. (1978). *A handbook for scholars*. New York: Alfred A. Knopf.]
- Uemura, T., and K. Oi (2004). *Eigoronbun/report no kakikata* (How to write papers and reports in English). Tokyo: Kenkyusha.
- Sakata, S., R. Larke, and Reimei Shuppan Editorial Department (1998). *Daremo oshie-nakatta ronbun/report no kakikata* (What no one ever told me about writing papers and reports). Tokyo: Sogo Horei Publishing.
- Yoshida, K. (2004). *Daigakusei to daigakuinsei no tame no report/ronbun no kakikata* (How to write reports and papers: A handbook for university and graduate students). Kyoto: Nakanishiya Shuppan.

### 3.4 Authorship

Authorship (designating the author, and the order in which authors are listed) also frequently presents problems. In principle, the individuals who made practical contributions to and are responsible for the content of a paper are the authors. The first author, or the author listed as the contact person, often bears the greatest responsibility. However, gift authorship (listing as an author a professor who made no direct contribution but whose name is included as a way of showing gratitude) is a problem. It is inappropriate to list as authors persons who have simply lent experiment apparatus or computer programs. The number of cross-disciplinary joint research projects that also involve large numbers of researchers

tests and confirmed reproducibility. This may be difficult, however, in the case of large-scale, expensive experiments. As in the case of the fraudulent breakthroughs claimed by Jan Hendrik Schön, even though no one was able to reproduce the results, others who tried to verify the experiments ended up thinking there were problems with their own techniques. In this case, the actions taken by the mass media and commercial science magazines worsened the situation. In similar situations, the true value of academic societies is judged by their ability to take the correct course of action.

justifiable both to society at large and to the scientific community. This is a basic tenet of science ethics.

The choice of research subject must meet the needs of the times, but one should also avoid blindly following trends. Popular research subjects tend to attract research funding easily and findings are talked about, but research groups should share awareness of the importance of the research and its chances of success and be confident about choosing a unique subject. In that respect, the cold fusion incident is a good example. A report from the United States that cold fusion had been achieved using only the simplest of equipment flashed around the world and had scientists all over the world trying to replicate the experiment. Tracking the number of related research papers shows that at the height of the "fever" many papers were published and a number of projects were implemented. It was later learned that the first report had been in error and the excitement died away. But given the fact that a sizeable number of papers claiming to have replicated the experiment appeared, the integrity of the scientists regarding the experiments themselves and confirming reproducibility must be questioned. This is certainly an important lesson.

---

### 4.3 Code of Conduct While Conducting Experiments

---

The scientist's basic approach to research is to record experiment results accurately and open-mindedly, to preserve data and experiment records so that they are clear to anyone else who may read them, and to analyze results impartially and without preconceptions (even though the experiment may be based on a hypothesis). When checking reproducibility of experiment results, extra caution is advised when the expected results are obtained.

These rules should be observed not just by those actually conducting the experiments but also by joint researchers and in particular those in leadership positions. Research groups must also be careful about equipment safety and operation, and the hazards and toxicity of substances used, both during use and at

the time of disposal. Handling of experiment data is discussed below.

---

#### 4.4 Conflict of Interest

---

Another area where caution is needed is conflict of interest. With more research being conducted under business-academia collaboration today, there is more potential for a clash of interests between institutions affiliated with universities and other bodies and private companies. Research organizations should draw up guidelines and already have a system in place to deal with the issue properly. When several business-academia research projects are underway within a research group, the interests of companies or sub-groups are affected, which can interfere with free and open discussion that is necessary for scientific progress. It is becoming increasingly common for researchers to simultaneously belong to several bodies through projects or joint research, increasing the possibility of conflict among the rules of the respective groups.

# 5. Handling Experiment Data

Measuring physical quantities accurately and precisely is one of the basics of experimental research. This presupposes that researchers will do their best to obtain data (measurements) with sufficient accuracy and precision, and faithfully analyze the data obtained. Next, they must correctly understand the meaning of the measurements and data, especially statistical characteristics, and conduct a practical analysis. The relative values for physical quantities are expressed in units. Therefore, it is essential to understand and use internationally recognized standard units. Details are described in other publications,<sup>7,8)</sup> but the basics are shown below.

---

## 5.1 Units

---

Measurements are always expressed as values relative to the standard. Unless a common base unit and size are used (or can easily be converted), no comparisons are possible. Today, the International System of Units, or SI (from the French *Le systeme international d'unités*), is used. The following are some SI base units: length (m), mass (kg), time (s), electric current (A), thermodynamic temperature (K), amount of substance (mol), and luminous intensity (cd). Speed ( $\text{ms}^{-1}$ ) and energy ( $\text{kg m}^2 \text{S}^{-2} = \text{J}$ ) are examples of this SI set of units. Non-SI units accepted for use with SI include commonly used units for minute (min) and liter (l), as well as provisional units for decibel (dB) and curie (Ci). The standard for length was formerly the standard meter length but is today based on the speed of light. For mass, the standard kilogram mass is still used today. For amount of substance (mol), the mole is defined as the amount of substance that contains as many elementary entities as there are atoms in 0.012 kg of the isotope carbon-12

(amount of substance varies depending on the elementary entity).

## 5.2 Accuracy, Precision, Error, Valid Numbers

The accuracy of measurement is the difference between measured value and real value. Actually, accuracy is the difference between the representative value (the average, etc.) for repeatedly measured data and the real value. The aim of measurement is to bring the measured value as close as possible to the real value, but it is not necessarily possible to know real value. Precision is the variation in the measured value when performed by different people or different equipment and measuring is repeated; it is also known as repeat precision or reproducible precision. Accuracy and precision are two different things, and you may have heard the phrase: “accuracy is low but precision is high.”

The difference between measured value and real value is error. This is called statistical error when measured for accuracy, and random error when measured for precision. In the case of statistical error, measured value deviates from real value in a specific direction according to a specific cause, so the error may be caused by method of operation, error due to apparatus characteristics, or error due to experiment method. Random error is expressed as “average measured value  $\pm$  error.”

Statistical error (error due to operation, apparatus, or  
methodology)  $\rightarrow$  accuracy

Random error  $\rightarrow$  precision  $\rightarrow$  for statistical processing

Whichever error is involved, accuracy and precision can be improved if the cause of error is identified.

Valid numbers are the number of digits with physical meaning when error is allowed for. Uncertainty is expressed by the last digit of the number. In other words, adding another digit onto the last digit of the certain number expresses



is informed of the details of the adjudication, including penalties, and the matter is made public as appropriate, after approval by the Board of Directors.

- 4) If the complainant is dissatisfied with the details of the adjudication, he or she may appeal. An Appeals Committee is then formed and proceeds to adjudicate the matter.

## 8. *Summary— Science and Society*

By giving back to society the fruits of research, science (science in the broad sense, including technology) has contributed to enriching our lives and as such has an important impact on society. It is hoped that science will help bring about a society where everyone can enjoy sustainable affluence. Therefore, scientists whose responsibility this is should continue their endeavors earnestly and with integrity.

To make this possible, in addition to acting in an ethical manner it is important for scientists to appropriately judge what is truly beneficial science, and what kind of science truly helps society. In other words, basic science ethics are important (see Column 2). Given that issues today are globalized and complex, with increasing uncertainty as to cause and effect relationships, such judgments are actually very difficult. There are limits to what scientists can know, and there are many important issues on which scientists' opinions differ. It sometimes happens that issues are complicated when influential scientists speak out with only superficial knowledge of issues outside their field of expertise.

So-called "junk science" is also a problem. For example, businesses touting the power of negative ions or various kinds of supposedly beneficial water put a pseudo-scientific veneer on their claims while completely ignoring scientific methodology and failing to verify their findings. Television programs, newspaper reports or businesses propagating such claims can cause problems for consumers. Scientists must be careful not to unwittingly become involved and should take the initiative to communicate correct information to the public. Inviting scientists to earnestly engage in open discussions with ordinary citizens can help solve problems like these.

Discussions, particularly among scientists and with government authorities on issues where views often differ, should be conducted according to benchmarks such as cycles, sustainability and steadiness of earth systems; timeline—when something will become a problem, the time by which the issue should be solved—and space (is the issue global or local?); part or whole, for example the ratio of various energy sources and resources to the whole; trade-offs and case by case situations; risk evaluation and measures commensurate to risk, comprehensive assessments on environmental and safety issues, and so forth.<sup>9,10</sup> Interested readers with a critical spirit are encouraged to give these issues more thought.

# *Attachment: Science Council of Japan Code of Conduct for Scientists*

In October 2006, the Science Council of Japan (SCJ) first formulated and then revised in January 2013 its Code of Conduct for Scientists which it released as a statement, setting out the minimum code of conduct which should be shared by scientists in all disciplines. The SCJ calls upon individual organizations and scholarly societies to formulate their own codes of conduct, referencing the SCJ Code of Conduct for Scientists, appropriate to their particular fields and to make the codes widely known in their respective communities. Respecting the code of conduct is essential for ensuring the quality of scientific knowledge and for scientists as individuals and the scientific community to earn the trust and respect of society. Another SCJ statement, *Toward the Autonomous Realization of the Code of Conduct for Scientists*, describes responsibilities related to organization management, the need for education in research ethics, important matters for research groups and concerning research processes, and dealing with misconduct in research.

---

## Code of Conduct for Scientists

---

Science is a system of knowledge based on the principles of reason and empirical proof that is assiduously built up over time, and constitutes an irreplaceable common asset of all humanity. Scientific research is an act that creates new knowledge by boldly pursuing the challenges of unknown fields.

Science and scientific research exist both with and for society. Therefore,

they shall also work to provide scientific advice effective for policy making to persons involved in the planning and determination of policies. On such occasions, scientists shall aim to give advice based on consensus among scientists, and, when differences of opinion exist, shall offer explanations that are easy to understand.

#### **(Scientific Advice)**

- 12 Scientists shall conduct research activities with the objective of contributing to public welfare, and offer fair advice based on objective and scientific evidence. At that time, they shall be aware of the gravity of the impact and of their responsibility that their statements may make on public opinion building and policy making, and shall not abuse their authority. As well, scientists shall make maximum efforts to ensure quality in their scientific advice, and at the same time clearly explain the uncertainty associated with scientific knowledge as well as the diversity of opinions.

#### **(Scientific Advice to Policy Planners and Decision Makers)**

- 13 When Scientists offer scientific advice to persons who plan or decide on policy, they shall recognize that while scientific knowledge is something to be duly respected in the process of creating policy, it is not the only basis on which policy decisions are made. In the event that a policy decision is made that diverges from the advice of the scientific community, scientists shall request, as necessary, accountability to society from the policy planner and/or decision maker.

### **IV. Legal Compliance**

#### **(Compliance with Laws and Regulations)**

- 14 Scientists shall observe all laws, regulations, and relevant rules in their activities, including the implementation of research and the use of research funds.

**(Rejection of Discrimination)**

- 15 In their research, education, and academic activities, scientists shall respond to others fairly on a scientific basis, respect individual freedom and character, and not discriminate against individuals based on their race, gender, status, ideology and beliefs, or religion.

**(Avoiding Conflicts of Interest)**

- 16 In their research, reviews, evaluations, judgments, scientific advice and other scientific activities, scientists shall pay sufficient heed to the presence of conflicts of interest between individuals and organizations, or between different organizations, and shall properly address problems paying all due attention to the public interest.

# *Reference Material*

## *Chemical Society of Japan Guidelines for Conduct*

## *Chemical Society of Japan Code of Conduct (Addendum)*

## *Action Policy*

In January 2000, the Chemical Society of Japan Code of Conduct, consisting of articles related to humanity, society, occupation, environment and education, were adopted. Subsequently, in response to comments indicating the need for a guide to conduct that addresses more specific ethical issues, the Society has set out guidelines for the conduct of its members on a number of important issues that they are likely to commonly encounter. These rules are by no means all-inclusive; in future, they will be expanded or modified as necessary.

It goes without saying that members must respect and observe laws and related regulations in the course of their activities.

---

### I. A Workplace Environment Respectful of Human Rights

---

Members shall respect the fundamental human rights of the members of their organizations or institutions and improve the workplace environment so that all individuals are able to demonstrate their competence. No speech discriminatory to race, religion, nationality, gender, age or affiliation shall be tolerated. In particular, to promote gender equality and prevent sexual harassment and power harassment, members themselves shall avoid acting in ways contrary to the intent

of these rules. They shall also prepare organizational guidelines and systems to prevent incidents and deal with the aftermath if such incidents do occur. It is important to disclose these guidelines to outside parties as necessary. Members shall also make efforts to change socially accepted attitudes that are often behind human rights violations.

---

## II. Intellectual Property

---

Members shall pay attention to the following points concerning intellectual property, i.e. scientific knowledge.

The intent behind respect for intellectual property rights in patents and other publicly announced matters is firstly, to promote the progress of science and technology in the field concerned by broadly sharing the fruits of research. Secondly, it is to ensure certain preferential privileges for the discoverers or inventors of new technologies and give them opportunities to benefit from the fruits of their research, and to contribute to the progress of industrial technology. The second guarantee helps promote public announcement of the results based on awareness of the first guarantee. Both guarantees are intended to contribute to the progress of science and technology.

Essentially, intellectual property should be shared by humanity and should, as a result, should promote the progress of science and the application of technology. Therefore, expanding the portions of intellectual property to which rights are granted for no good reason is undesirable from the perspective of the healthy growth of science and technology. Assignment of intellectual property rights must be done with care so that it does not interfere with free discussion and announcements of findings by public research institutions such as universities and other bodies, which constitute the foundation on which progress in science and technology is based.

On the other hand, collaboration between private companies and public institutions should be governed by appropriate contracts and their faithful



## 1. Appropriate use and management of research funds

- 1) The leader of a research group shall manage and use the group's research funds in compliance with laws and regulations and shall use them appropriately, in accordance with the intent and rules relating to the research funds.
- 2) Ideally, management of research funds should be handled by the management (accounting) department of the university or research institution. If it is difficult to (completely) delegate management to this entity, the research group should have an accounting manager and transparency, through disclosure of income and expenditures or materiel management, should be ensured, and a system established whereby the research group can be guided or audited at any time by the institution's management department.
- 3) Research funds from outside parties allotted to a specific research group should be received by the institution's management department and passed on to the research group rather than being received directly by the research group. In such cases, a decision on whether to accept funding from corporations or other bodies should be made after carefully considering conflict of interest issues.
- 4) When going through an outside party to purchase materials necessary for conducting research, a supplier should be chosen from among several and care taken that no one supplier is favored over another, in order to ensure fairness and transparency in the use of the research funds.

## 2. Appropriate management and handling of research records

- 1) The leader of a research group shall inform the researchers and students belonging to the group that all experiment details and data must be recorded faithfully and accurately and that experiment records and related experiment specimens belong to the research group and must be preserved reliably, and ensure that these practices are followed. To achieve this, specific research group guidelines covering the content (important matters) that should be recorded in experiment notes and a system for preserving data should be estab-

lished and made known beforehand. Adequate guidance and education regarding these points should be provided, especially for students, graduate students, and members of the research group who have relatively little experience in research.

- 2) Announcement of research results should be handled in a highly objective manner and sufficient attention paid to ensure that experiment data are always reproducible and accurate. In particular, when unexpected results are obtained, confirmation should be carried out from a critical standpoint by carefully considering the reasons for this, repeating the experiment, and so forth.

---

## VII. Submitting Proposals for and Examining Research and Development Projects

---

### 1. As Applicants

An application (proposal) for a research and development project should explain the importance of the research and development aim, the newness of the research and development plan, and the possibility of realization in rational, scientific terms, and similarly to announcement of research results, should demonstrate a strong sense of ethics. The applicant must ensure that other researchers' results are quoted correctly, that the application contains no falsification or fabrication, and that no exaggerated claims are made. In the case of large projects, in particular, applicants should strictly refrain from untruths or rhetoric leading examiners in other specialties to make an erroneous judgment. As a rule, the examination process is open, but openness is quite limited because of risks related to rights to ideas and so forth. Researchers should refrain from taking advantage of this and prepare their proposal in a highly ethical manner.

### 2. As Examiners

Considering the influence of whether a project is adopted or not, fairness and

impartiality in examination and selection are even more important than when examining papers. Examiners must firmly bear in mind that the healthy development of science and technology, ultimately contributing to the sound progress of society and humanity, is based on fairness and impartiality in examination and appropriate examination guidelines. Additionally, similarly to ethical considerations when examining papers (see Section V), examiners should continue taking an interest in selection results and ensure that proposals adopted are implemented appropriately and achieve their goals. When examining a proposal, examiners shall avoid obstinately focusing on specific areas of specialization, shall not be influenced by personal emotions or prejudices, and shall refrain from dispensing patronage. In the case of matters outside their own specialty, examiners should humbly respect the judgment of experts, and may need to, if necessary, decline to act as examiners.

---

## VIII. As Educators

---

- 1) One of the aims of education at the primary, lower intermediate and upper intermediate level educational institutions is to maximize students' capabilities, in order to nurture human resources of the next generation. Recognizing this, educators should respect the personalities of their students and endeavor to draw out their spontaneous efforts.
- 2) Educators should have a thorough understanding of the capabilities, aptitudes, and preferences of their students and endeavor to provide effective education. Educators should not simply impart knowledge; they should also make appropriate use of experiments or practical training and endeavor to deepen students' knowledge by explaining the significance of that knowledge, deductive reasoning from that knowledge, and so forth. Educators should also keep abreast of all the latest knowledge and information and try to understand it thoroughly.
- 3) In educating and guiding students, educators should make the effort to moni-

tor how well their students understand the material taught and check students' understanding and proficiency through tests or other means, as necessary. If it appears that their teaching is not bringing specific results, educators should promptly review their teaching methods and take appropriate measures such as supplementary lessons, practice and so on to supplement their students' academic performance. They should avoid facilely certifying passing students and should try to expand their students' capabilities as much as possible.

- 4) When guiding research at universities, etc., educators should assign problems appropriate to students' abilities. Alternatively, they should support students choosing their own problems and give them the opportunity to acquire problem-solving ability and experience the joy of finding solutions. Further, in that process, they should provide opportunities for one-on-one tutoring, as necessary, and teach practical skills such as obtaining data, writing reports, researching the literature and so on. At that time, as long as students have the requisite capabilities, it is important to have them attempt cutting-edge research based on an educational viewpoint, but forcing students to collect data for educators to use in their own research is not allowed.

---

## IX. Preventing Misconduct and Dealing with the Aftermath

---

### 1. Preventing Misconduct

Preventing misconduct is essential for the healthy advancement of science and technology, gaining the trust of society, and ensuring safety for human society and preserving the natural environment. Misconduct here refers not only to fabrication, falsification and plagiarism in academic papers; it also includes inappropriate acts in connection with examination of papers, research and development, and project proposals and examination, in issues relating to health and safety in the work environment, and members' fundamental human rights.

Members are called upon to regulate themselves to avoid misconduct, and

to take appropriate measures if they suspect misconduct in someone else. They must also endeavor to prevent misconduct before it occurs.

## 2. Preventive Measures and Dealing with the Aftermath

The Society's Ethics Committee offers an ethics education course for university students and graduate students and also has education programs (lectures, symposiums, publications, etc.) for members and the general public. Members should endeavor to deepen their awareness and recognition of professional ethics through routine participation in and support of these activities, and members in management or leadership positions should create a framework for dealing with ethical issues in their organizations.

The Ethics Committee should, when necessary, investigate and adjudicate instances of misconduct described above that involve members. If a member is deemed to have committed misconduct, the member may be suspended or expelled from the Society, and if necessary, the member's actions may be reported to related organizations or made public.

## 3. Actions of Others

When members learn of acts or information within their organizations which could have a serious impact on human society or the environment, members as individuals should take appropriate action, including making the information public.

On the other hand, institutions generally have work-related confidentiality requirements. In such cases, the member should seek advice from a trusted superior or other individual and should endeavor to obtain permission to make the information public, in order to avoid conflict of interest with the employer. Members in management or leadership positions should act in accordance with the Society's Code of Conduct, from the viewpoint of respect for the common good.

(Approved by the Board of Directors on January 19, 2005)

(Revisions approved by the Board of Directors on February 27, 2008)

# Bibliography

- 1) Science Ethics Study Council, ed. *Kagaku o kokorozasu hitobito e* (For those aspiring to a career in science). Kyoto: Kagaku-Dojin Publishing Company, 2007.
- 2) Kurokawa, Kiyoshi, et al. *Gakujutsukaigi-sosho: Kagaku no misconduct* (Science council library: Scientific misconduct). Tokyo: Japan Science Support Foundation, 2006.
- 3) Sugimoto, Taiji, and Shigeatsu Taki. *Daigaku-kogi-gijutsusha no rinri nyumon* (Introduction to ethics for university science lecturers), 4th ed. Tokyo: Maruzen, 2008.
- 4) Fudano, Jun. *Gijutsusha-rinri* (Ethics for engineers). Tokyo: The Society of the Promotion for The Open University of Japan, 2004.
- 5) Nakamura, Shuzo, and The Kinki Chemical Society Japan, eds. *Gijutsusha niyoru jissenteki-kougaku-rinri* (Practical engineering ethics by engineers). Kyoto: Kagaku-Dojin Publishing Company, 2006.
- 6) Misono, Makoto. *Gakujutsu no doko* (Trends in scholarship), January 2007 issue. Tokyo: Japan Science Support Foundation.
- 7) Kagaku-Dojin Editorial Department. *Jikken data o tadashiku toriatsukau tame ni* (How to handle experiment data correctly). Kyoto: Kagaku-Dojin Publishing Company, 2007.
- 8) Ogasawara, Masaaki, Toshiyuki Hosokawa and Teruko Yoneyama. *Sokutei to data bunseki no kihon* (The basics of measurement and data analysis). Tokyo: Tokyo Kagaku Dojin, 2004.
- 9) Misono, Makoto. *Kagaku-kankyogaku* (Chemical environmental science). Tokyo: Shokabo Publishing, 2007.
- 10) Misono, Makoto. *Jizokukanosei-shakai e muketa ondanka to shigen-mondai no genjitsuteki-kaiho* (Practical global warming and resource problem solutions for a sustainable society). Tokyo: Maruzen, 2008.