

# 分子ロボット技術に関する倫理綱領(第1.0版)の策定

九州大学病院 ARO次世代医療センター  
特任講師(倫理担当)

河原 直人

e-mail: n-kawaha@med.kyushu-u.ac.jp

TEL : 092-642-5080



九州大学

# 本日の内容

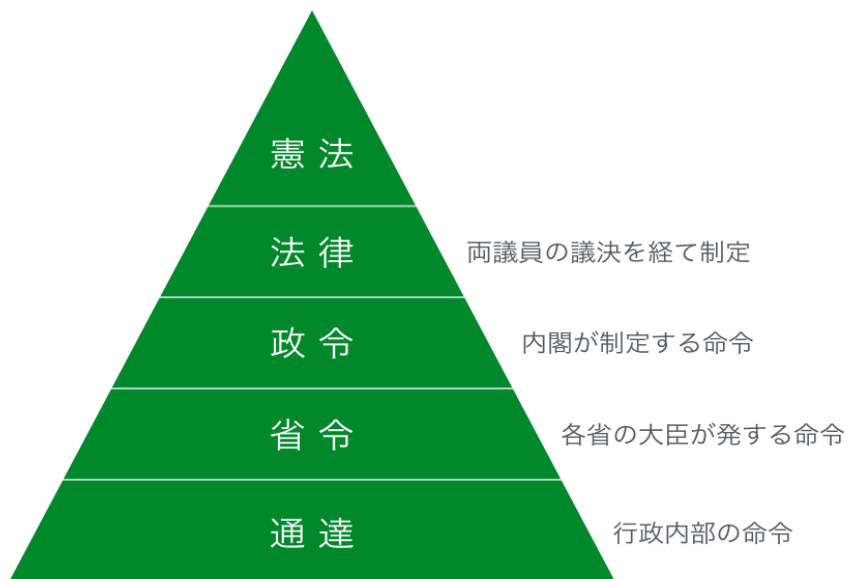
1. はじめに
2. 従来の倫理的枠組みから考える：  
生命・医療倫理／工学・技術倫理／専門職倫理
3. 新たな技術への倫理的対応について
4. ロボティクスをめぐる倫理的枠組みについて
5. その他、国内学協会などの動向について
6. 分子ロボット技術に関する倫理綱領策定に向けて



# 1. はじめに

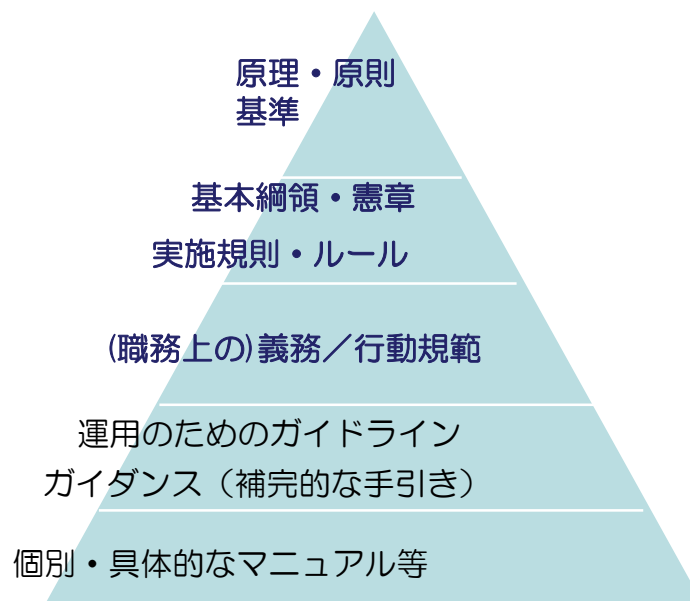
## 倫理原則・原理の位置づけ（例示）

### 法に係る概念の序列



上記画像の出典：あべ社労士事務所 Work Life funより：  
<http://worklifefun.net/explanation-of-laws-regulations/>

### 倫理に係る概念の序列（例示）



上記画像：演者作成

## 2. 従来の倫理的枠組みから考える：

- 1) 生命・医療倫理    2) 専門職倫理～工学・技術者倫理    3) 研究倫理・インテグリティ

## 様々なに関連する倫理の問題領域

研究開発の倫理性，科学性，そして，信頼性の担保を目指して



### デュアルユース問題の台頭

研究開発の態様の複雑化と多様なステークホルダーの関与

**ナノ・インフォマティクス・バイオ・認知科学・技術等: N I B C**

融合、収斂：様々な専門知識群が結合，共通目標の追求

# 1) 生命・医療倫理の4つの基本原理・原則

▶人間の問題中心。医師—患者の関係性を考える際にしばしば参照される。

- **自律尊重** (Respect for Autonomy)  
— 被験者・患者本人の自律性を尊重（自己決定の尊重）
- **善行・恩恵** (Beneficence)  
— 被験者・患者本人の立場からの最善の利益の考量
- **無危害・侵害回避** (Non-maleficence)  
— 被験者・患者に危害をくわえない（リスクの諸問題）
- **正義・公正** (Justice)  
— 医療資源の公正な配分、偏った価値判断の回避

※前述のベルモントレポートでは、1)「人格の尊重」（＝「人間の自律性を認めること」と「弱くなっている自律性を保護すること」）、2)「善行」、3)「正義」の3原則が提示された。（出典：津谷喜一郎 光石忠敬 栗原千絵子、『臨床評価』、2001:28(3):559-68）

※欧州では、バルセロナ宣言（1998年）でも示されたように、1)「自律」（Autonomy）、2)「尊厳」（Dignity）、3)「インテグリティ（統合性、完全無欠性）」(Integrity)、4)「脆弱性」（Vulnerability）の4原則がしばしば参照される。

## 欧州でしばしば参照される**生命・医療倫理**の4つの基本原理・原則

▶バルセロナ宣言（1998年：EUの生命医学研究プロジェクトの成果である「バルセロナ宣言 生命倫理と生命法における基礎的な倫理的原理」）。

- **自律 (Autonomy)**
  - 他者との関係性のなかで自律を捉える
- **尊厳 (Dignity)**
  - 道徳的地位を認める概念／指導的価値
- **統合 (Integrity)**
  - 生・身体の統合性・不可侵性／一貫性をもった人間の経験・記憶
- **脆弱 (Vulnerability)**
  - 人間は限界を有する弱い存在, 支援されるべきこと

参照：

- The Barcelona Declaration. Policy Proposals to the European Commission, November 1998, by Partners in the BIOMED-II Prpject Basic Ethical Principles in Bioethics and Biolaw. (村松聡訳, バルセロナ宣言, 生命倫理と生命法における基礎的な倫理的原理, 生命医学第2プロジェクトのパートナーによるヨーロッパ委員会に対する政策提言, 1998年11月, 医療と倫理, 7, 2007)
- 樽井正義, 生命倫理の哲学についての覚書, 哲学 No.134 (2015.3), pp.135-148, 三田哲學會



## 2) 専門職倫理 (Professional Ethics) を形成する基本綱領～工学・技術者倫理 (=その専門職能団体・組織の政策・方針等の基本を示したもの)

### 例) 「全米プロフェッショナル・エンジニアリング協会 (NSPE) 基本綱領」 (Fundamental Canon)

技術者は、その専門職の業務において、次のようにする。

#### 【公衆優先】

公衆の安全、健康、および福利を最優先する。

#### 【有能性】

自分の有能な領域においてのみサービスを行う。

#### 【真実性】

公衆に表明するには、客観的で、且つ、真理に即した方法でのみ行う。

#### 【信頼関係】

雇用者または依頼者それぞれのために、誠実な代理人または受託者として行為する。

#### 【公正業務】

欺瞞的な行為を回避する。

#### 【同業発展】

自らの名誉を守り、責任をもち、倫理的に、そして、適法に身を処することにより、専門職の名誉、名声、および有用性を高めるために行動する。

### 3) 研究倫理と研究公正（インテグリティ）

#### — 誠実性・正確性・効率性・客観性

「研究のインテグリティ」

▶しばしば、「研究の公正性」とも訳されるが、日本語で正確にその態様を示す言葉を探し出すことは困難。

▶Integrityは「研究」の観点において、

**【誠実】** (Honesty)

**【正確】** (Accuracy)

**【効率】** (Efficiency)

**【客観性】** (Objectivity)

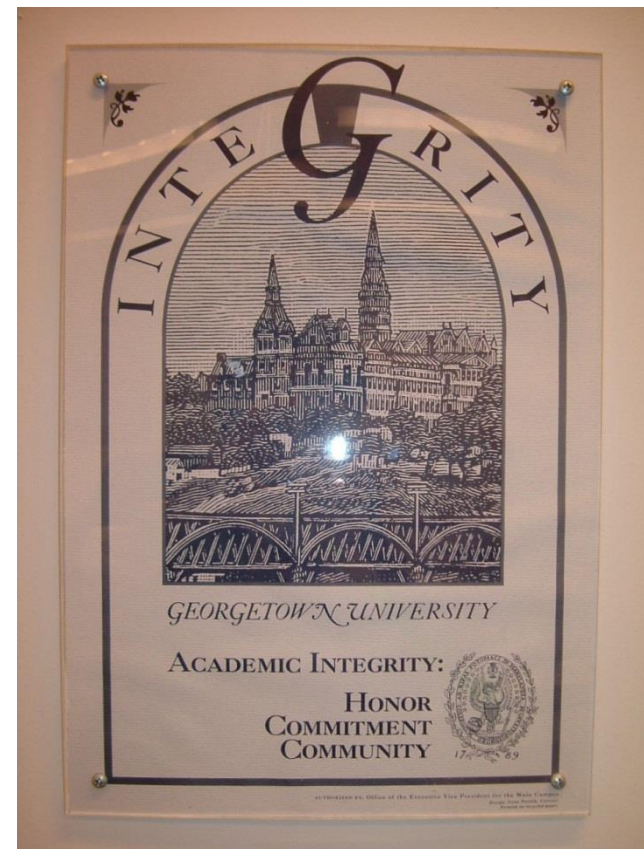
…といった一連の言葉にも表されうる。

▶社会における研究行為の責任を担保するための諸要素の総体。

▶科学者としてのアイデンティティの根幹に関わる問題領域。

▶「説明責任」(accountability) や「透明性」(transparency) もキーワードとなることがしばしばある。

Nicholas H. Steneck, “Fostering Integrity in Research: Definitions, Current Knowledge, and Future Directions”, Science and Engineering Ethics 12(1), 2006, pp53-74



ジョージタウン大学の講義室にて演者撮影



### 3. 新たな技術への倫理的対応について

## 新時代への倫理的対応：エマージング・テクノロジー (Emerging Technologies) 評価のための倫理原則

### ■合成生物学に関する諸議論を契機として生まれた新たな倫理原則

▶2010年5月、世界で初めて、the J. Craig Venter 研究所の科学者たちが、異なる種のバクテリアの細胞で自己複製する合成ゲノムを、化学的なパーツから人為的に作製したことを発表し、世論の関心を大いに集める事になった。

▶この問題は、人による「生命の創造」(creating life)にあたるかどうかという議論を含めて、潜在的なリスク・ベネフィットの双方の観点から、多様な議論が喚起された。

▶これらの動向を契機として、2010年、米国「生命倫理の諸問題のための大統領委員会」は、「合成生物学とエマージング・テクノロジーの倫理：新しい方向性」を発表。

▶同委員会の見解としては、今回の事案は、「人為的に作製したゲノムが既に生きていた細胞に組み込まれ、その合成されたゲノムもまた、既存の種のゲノムの変異であったため、これをもって生命を創造したことはない。また、その見込みも予測可能な将来において、わずかである。」

▶社会的・環境的・倫理的なリスクに関して、**5つの倫理原則**が示されるとともに、**18の勧告**がなされた。

## 新時代への倫理的対応：エマージング・テクノロジー (Emerging Technologies) 評価のための5つの倫理原則

- 1. 公共の恩恵 (Public Beneficence) ;**  
公共の利益を最大化し、危害を最小化する。個人の行動や施設の生命医科学研究の実施などを促進するための社会とその政府の義務。
- 2. 責任ある管理 (Responsible Stewardship) ;**  
将来の世代や環境への懸念を示して行動する義務。
- 3. 知的自由と責任 (Intellectual freedom and responsibility) ;**  
知的自由の制限を正当化する要件を考えることの重要性。  
デュアルユースのみでは理由になりえない。
- 4. 民主的な討議 (Democratic deliberation) ;**  
相反する見解、市民参加も尊重して議論に応じる。協同意思決定に向けたアプローチの重要性。
- 5. 正義と公正 (Justice and Fairness) ;**  
社会を横断して利益と負担を配分することの重要性。

## 合成生物学とエマージング・テクノロジーの倫理： 新しい方向性 18の勧告(1)

1. 公共資金のレビューと開示 (Public Funding Review and Disclosure)
2. 研究促進のための支援 (Support for Promoting Research)
3. 共有を通じたイノベーション (Innovation Through Sharing)
4. 合成生物学への協調的なアプローチ (Coordinated Approach to Synthetic Biology)
5. リスク・アセスメント・レビューと環境への放出のギャップ分析 (Risk Assessment Review and Field Release Gap Analysis)
6. モニタリング, 封じ込め, コントロール (Monitoring, Containment, and Control)

## 合成生物学とエマージング・テクノロジーの倫理： 新しい方向性 18の勧告(2)

7. 環境への放出前のリスク・アセスメント (Risk Assessment Prior to Field Release)

8. 国際協調と対話 (International Coordination and Dialogue)

9. 倫理教育 (Ethics Education)

10. 対象の継続的な評価 (Ongoing Evaluation of Objects)

11. 責任と説明責任を育むこと (Fostering Responsibility and Accountability)

12. セキュリティとセーフティの定期的なアセスメント (Periodic Assessment of Security and Safety Risks)

## 合成生物学とエマージング・テクノロジーの倫理： 新しい方向性 18の勧告(3)

13. 管理・監督のコントロール (Oversight Controls)
14. 科学的, 宗教的, そして, 市民のエンゲージメント (Scientific, Religious, and Civic Engagement)
15. 情報の正確性 (Information Accuracy)
16. 公共の教育 (Public Education)
17. 研究におけるリスク (Risks in Research)
18. 商業的生産品と配分におけるリスクとベネフィット (Risks and Benefits in Commercial Production and Distribution)





## 4. ロボティクスをめぐる倫理的枠組みについて

## 【参考】アシモフのロボット三原則（1963年）

▶ 「ロボット⇄人間」の関係性に着眼した原則ともいえる。

▶ 「ロボットが主語」であることが特徴的。

**第一条.** ロボットは人間に危害を加えてはならない。また、その危険を看過することによって、人間に危害を及ぼしてはならない。

▶ 人間に対して、危害を及ぼさない原則。

**第二条.** ロボットは人間にあたえられた命令に服従しなければならない。ただし、あたえられた命令が、第一条に反する場合は、この限りでない。

▶ 人間に対して、その意思決定を尊重する原則。

**第三条.** ロボットは、前掲第一条および第二条に反するおそれのないかぎり、自己をまもらなければならない。

▶ 人間に対して、一定の条件下、ロボット自身による自律を認める。

【参考】 EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council 英国 工学・物理科学研究会議)

## ロボティクスの原則 ▶ 「ロボット」のみならず「人間」も主語とされる。

第1条：ロボットは多目的用途のツールである。ロボットは、国家安全保障上の利益を除いて、人間を殺したり傷つけたりするためにのみ、または、それらを主として設計されるべきでない。

▶ 「ロボット」の再定義。多目的用途のツールであることから生じるリスクに言及。

第2条：ロボットではなく、人間が責任主体である。ロボットは、既存の法律、基本的な権利、プライバシーを含む自由を、できる限り遵守するよう、設計されるべきである。

▶ 人間が責任主体であることの確認。公衆の福利優先の原則（ロボット工学者の専門職倫理）がうかがえる。

第3条：ロボットは製品である。その安全性とセキュリティを保証する手段を用いて設計されるべきである。

▶ 公衆の福利優先の原則（ロボット工学者の専門職倫理）がうかがえる。

第4条：ロボットは人工物である。それらは、弱い立場にあるユーザーを搾取するような欺瞞的な方法で設計されるべきではない。むしろ、それらは透明性のあるものでなければならない。

▶ 信頼関係の原則／公正業務の原則（ロボット工学者の専門職倫理）がうかがえる

第5条：人がロボットの法的責任を負うべきである。

▶ 人間が責任主体であることの確認。

## EPSRC (Engineering and Physical Sciences Research Council: 英国 工学・物理科学研究会議) ロボティクス研究と責任あるイノベーションに関する7つの考え方 ▶人間が主語。

第1条：私たちは、ロボットが社会に計り知れないほどのポジティブな影響を与える可能性があると感じ、責任あるロボット研究を奨励しようとするものである。

(We believe robots have the potential to provide immense positive impact to society. We want to encourage responsible robot research.)

第2条：悪いことを行えば、私たち全員が傷つくことになる。

(Bad practice hurts us all.)

第3条：明白な社会的関心事に対処することは、私たち全員が前進するのに役立つ。

(Addressing obvious public concerns will help us all make progress.)

第4条：私たちは、ロボット工学者として、可能な限り最高の実施基準を遵守していることを示すことが重要である。

(It is important to demonstrate that we, as roboticists, are committed to the best possible standards of practice.)

第5条：私たちは、自らの研究の背景にあるものやその結果を理解するために、社会科学、法律、哲学、芸術など、他分野の専門家と協力する必要がある。

(To understand the context and consequences of our research we should work with experts from other disciplines including: social sciences, law, philosophy and the arts.)

第6条：私たちは、《透明性》という倫理を考慮する必要がある。オープンに利用されるべき事柄に限界はあるけれども。

(We should consider the ethics of transparency: are there limits to what should be openly available)

第7条：私たちは、誤った見解の報道を見つけたら、当該ジャーナリストとコンタクトを取るようにすべきである。

(When we see erroneous accounts in the press, we commit to take the time to contact the reporting journalists.)

# 「千葉大学ロボット憲章」

## (知能ロボット技術の教育と研究開発に関する千葉大学憲章)

### 第1条（倫理規定）：

本ロボット憲章は、千葉大学におけるロボットの教育と研究開発に携わるすべての者の倫理を規定する。

### 第2条（民生目的）：

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、平和目的の民生用ロボットに関する教育・研究開発のみを行う。

### 第3条（非倫理的利用防止）：

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、非倫理的・非合法的な利用を防止する技術をロボットに組み込むこととする。

### 第4条（教育・研究開発者の貢献）：

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、アシモフのロボット工学三原則（注）ばかりでなく、本憲章のすべての条項を遵守しなければならない。

### 第5条（永久的遵守）：

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、大学を離れてもこの憲章の精神を守り尊重することを誓う。



The screenshot shows a web browser displaying the Chiba University Robot Charter page. The URL is [www.chiba-u.ac.jp/others/topics/info/2007-11-27.html](http://www.chiba-u.ac.jp/others/topics/info/2007-11-27.html). The page title is 「千葉大学ロボット憲章」 (Chiba University Robot Charter). The main heading is 「千葉大学ロボット憲章」 (知能ロボット技術の教育と研究開発に関する千葉大学憲章) を制定しました (Chiba University Robot Charter (Charter of Chiba University regarding education and research and development of intelligent robot technology) was established). The date is 掲載日：2007/11/27. The text discusses the progress of robot R&D, the university's commitment to ethical standards, and the specific provisions of the charter.

「千葉大学ロボット憲章」 (知能ロボット技術の教育と研究開発に関する千葉大学憲章) を制定しました

掲載日：2007/11/27

最近のロボットの研究開発における進歩は著しく、産業用ロボットにおいて世界をリードする我が国では、第3次産業のサービス分野までも含めた現実の日常生活のなかで、「知能ロボット」が人間の身近な存在になろうとしている。

「知能ロボット」は、従来型の「ロボット」と異なり、自ら自己を律する自律制御系技術が組み込まれたロボットである。自律制御系の究極の姿の1つは我々人間を含む生物であるが、人類が創造したロボットの過去から現在、そして未来への進化は、この究極の生物の機能を模倣し獲得していく歴史でもあろう。遠くない未来社会においては、こうした生物の機能を部分的に有する、あるいは、一部生物の機能をはるかに超える「知能ロボット」が出現してくることは想像に難くない。

一方、先端的な科学技術には常に光と影が存在し、人類を幸福にする反面、これらの科学技術が悪用されると人類存亡の危機に直面することは、これまでの歴史が証明している。現代社会において、先端的なロボットの研究開発に携わる者の責任は極めて重大である。千葉大学では、地球生態系の維持・保全を基盤に据えて、人間の尊厳、人類の福祉、恒久平和と繁栄、そして、安全安心な社会に資するロボット研究開発と教育をこそ率先して推進する立場から、ここに「千葉大学ロボット憲章」(知能ロボット技術の教育と研究開発に関する千葉大学憲章)を制定する。

第1条（倫理規定）

本ロボット憲章は、千葉大学におけるロボットの教育と研究開発に携わるすべての者の倫理を規定する。

第2条（民生目的）

千葉大学におけるロボット教育・研究開発者は、平和目的の民生用ロボットに関する教育・研究開発のみを行う。

▶**ロボット教育・研究開発者の倫理（専門職倫理）に基づく憲章**

## 【参考】「デュアルユース問題」に係る動向 — 専門職倫理に係るポイントが多く含まれる。 日本学術会議「科学・技術の用途の両義性に関わる規範」

### 1. 科学者・技術者の職業的責任

科学者・技術者は、自らの職務と成果に対して謙虚であり、その専門性に求められる社会的責任を意識し、責任ある行動を保ち、その能力の向上に努め、真理の追求とその成果の人類の福祉と社会の安全への利用を、職の誇りにかけ、追求する。

### 2. 科学者・技術者の行動原則

用途の両義性の問題に対処するために、科学者・技術者は、自らの職業倫理に基づき行動することが必要である。感情に流されることの危険性を認識し、同僚にもその他にも礼儀正しく正直であり、虚偽を述べない。あるいは沈黙することにより、科学者・技術者とそれを取り巻く共同体または社会に不利益を与えるような行為をしない。

### 3. 科学者・技術者の社会的責任と情報伝達のあり方

科学者・技術者は、自らの研究成果が悪用される可能性を常に意識し、教育、研究・開発、公共の場で研究成果・情報を分かち合い、社会に還元するとともに、意図的または無知・無視に起因する科学・技術の悪用を防ぐように努める。また、人類の福祉と社会の安全に反する結果に至る行為を拒否し、社会及び環境が不当な危険にさらされる状況に対し、責任ある態度を取る。

### 4. 科学者・技術者共同体としての用途の両義性への対応

科学者・技術者は、科学・技術の用途の両義性の問題を、社会の中にある科学者・技術者全体の信頼性の問題として意識し、人を欺かない公平な共同体・社会の構築により、透明性を保った中で対処する。

## 【参考】WHO「実験施設バイオセキュリティガイダンス」におけるバイオリスク・マネジメントの3要素

WHOの「実験施設バイオセキュリティガイダンス」では、バイオリスク・マネジメントの3要素として、以下を挙げている。

- (1) 「バイオセーフティ」 (安全作業手順)
- (2) 「バイオセキュリティ」 (業務および材料を確実に安全に保つための方策)
- (3) 「バイオエシックス」 (倫理上の行動規範)

- ▶ OECDのバイオセキュリティ綱領 (Biosecurity Code) では「**バイオエシックス**」を「生物学上の発見や生物医学の進歩と、それらの遺伝子工学および医薬品研究などの分野への応用をもたらす倫理的および道徳的な影響に関する学問」と定義。
- ▶ 上記を受けて、WHOの同ガイドラインでは、「**バイオエシックスはバイオリスク・マネジメントの文化の成功に寄与する3要素のうちの1つ**」と述べられている。

出典：

- ▶ WHO/CDS/EPR, *Biorisk management Laboratory biosecurity guidance, September 2006*. 訳については、国立感染症研究所翻訳・監修「バイオリスクマネジメント 実験施設バイオセキュリティガイダンス 世界保健機関 (WHO)」2006.6版 <[www.nih.go.jp/niid/docs/f\\_WHOBioriskJapan\\_ver7web.pdf](http://www.nih.go.jp/niid/docs/f_WHOBioriskJapan_ver7web.pdf)> を参照。
- ▶ Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) Biosecurity codes, Glossary of Terms, <<http://www.biosecuritycodes.org/gloss.htm>>, Last Access Mar.1, 2012

## 【参考】WHOガイドンスにおける「実験施設バイオセキュリティの要素」

### 1. 物理的バイオセキュリティ (physical biosecurity)

施設の保有する材料へのアクセスの選別、管理、文書への記録、不適切な持ち出しの制限など。

### 2. 人的バイオセキュリティ (staff security)

VBM（防護・監視を要する重要な生物材料）取り扱い・使用・保管・移動・輸送に際して、実験施設職員の役割、責任、権限の規定と、その職務が適任であることについての当該組織による保証。専門性のみならず、生命倫理の面も重要となる。施設運営の安心・安全に関する情報が決して一個人のみに帰属することがないように配慮する。離職者の対応、後任への引継ぎ計画、訪問者、契約業者、清掃スタッフ、保守・整備スタッフに対する手順・訓練も含まれる。保安・整備関連の手順にも対応。問題状況に即した、適切な行動規範とコミュニケーションが重要となる。

### 3. 輸送セキュリティ (transport security) と材料の管理 (material control)

VBM輸送に際して、事前、輸送中、事後の保安対策。材料の登録と追跡を可能とするために必要な措置。国内および国際間の輸送規則制定のための「危険物輸送に関する国連モデル規則」の勧告、特に、感染物質を含む危険物の保安規定にも関わる。生物材料移転の許可を受ける前に、多くの国が材料に対する輸出入許可を提出するよう求めている。複製した2組のVBMをそれぞれ別の場所に保管する場合、移転届け (transfer notification) を作成し、その書類へのアクセスを保護すべきとされる。

### 4. 情報セキュリティ (information security)

リスクのレベルに基づく（機密）情報の保護、アクセスの手順など。当該情報の収集・共有・保管などの方法についても適切な方針を確立させておく必要がある。上述のコミュニケーション技術、さらに、守秘義務の問題にも関わる。

出典：

▶WHO/CDS/EPR, *Biorisk management Laboratory biosecurity guidance, September 2006*. 訳については、国立感染症研究所翻訳  
・監修「バイオリスクマネジメント 実験施設バイオセキュリティガイドンス 世界保健機関 (WHO)」2006.6版 <[www.nih.go.jp/niid/docs/f\\_WHOBioriskJapan\\_ver7web.pdf](http://www.nih.go.jp/niid/docs/f_WHOBioriskJapan_ver7web.pdf)> を参照。



※実験室の内外で生じうるバイオリスクを適正かつ包括的にマネジメントしていく上で重要なことは、その他、多様な法規制による枠組みが網羅されていることを知ることである。

### (1) 環境保全に係る法規

環境基本法、水質汚濁防止法、大気汚染防止法、土壌汚染対策法、下水道法、悪臭防止法、建築物用地下水の採取の規制に関する法律、絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律、環境影響評価法、等

### (2) 資源・廃棄物に係る法規

廃棄物の処理及び清掃に関する法律、特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律、等

### (3) 化学物質などに係る法規

特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律、消防法、高圧ガス保安法、農薬取締法、毒物及び劇物取締法、麻薬及び向精神薬取締法、化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律、化学兵器の禁止及び特定物質の規制等に関する法律、サリンなどによる人身被害の防止に関する法律、ダイオキシン類対策特別措置法等

### (4) 健康・安全に係る法規

労働安全衛生法、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律、等

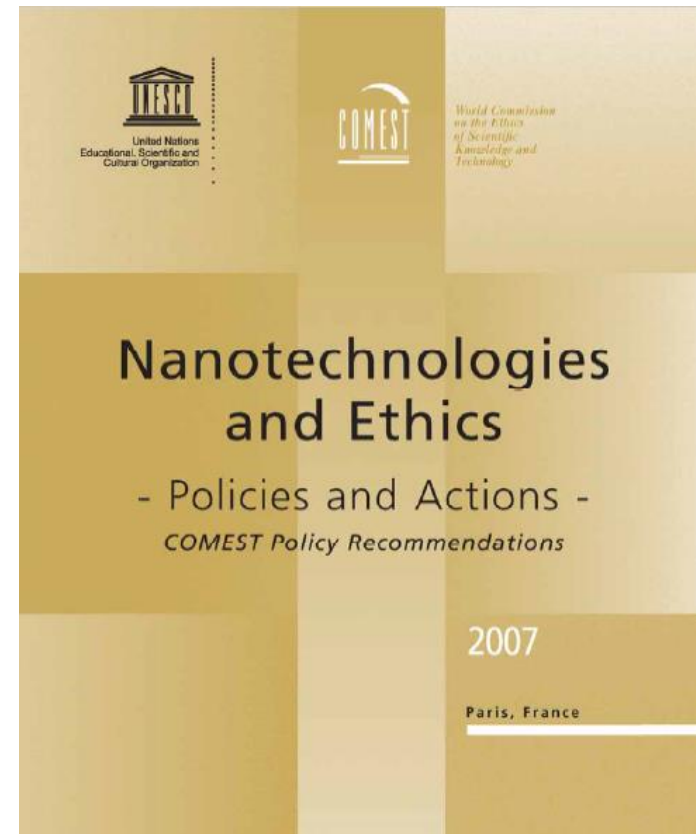


## 5. その他、国内学協会などの動向について

UNESCO: World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), “Nanotechnologies and Ethics” (2007)

▶ ナノテクノロジーの特徴として「不可視性」、「急速な研究開発」、「軍事・セキュリティ」に係る利用の可能性、「国際的な影響」、研究開発に伴って「格差が生じるリスク」が挙げられている。

▶ ナノテクノロジーをめぐる倫理的な枠組みとして、「公共への説明責任と透明性」などを掲げ、ナノテクノロジーへの注意喚起、バランスのある学際的な公共の議論、環境・健康への影響、リスクアセスメント、倫理教育、研究開発のためのポリシー等の必要性が提言されている。





日本学術会議による仮訳「新しい経済成長：科学、技術、イノベーション及び社会資本の役割」

原題：New economic growth: the role of science, technology, innovation and infrastructure

#### 【政策提言】

G7 サイエンス学術会議は政府が以下のことを行うよう強く求める。

- I. **科学**及び競争前段階の**技術**への投資と能力を拡大すること。
- II. 包摂的な発展と科学技術の進歩に寄与する一有形及び無形両方の**社会資本**への投資を増やすこと。
- III. 新しい科学技術に基づく製品やサービスを設計し、加工し、生産し、そして届ける能力の開発を奨励すること。
- IV. 独占的振る舞いが生じることを防止しつつ、一知的財産に関する適切な規制に従い一 科学技術の進歩への**オープンなアクセス**を奨励すること。
- V. **イノベーション**、技術の普及、及び効率的な社会資本の開発を促進する政策とプログラム についての効果的な実践方法を共有すること。多国間や各国の開発銀行など全ての適切なパートナーと共に、特に南北格差を縮小するための取組を行うべきである。
- VI. **適切なガバナンス**の枠組みが採用されることを確実なものとする。そうすることで人々の信頼を保ちながら**科学技術の恩恵**が十分に実現されることになる。

#### 1. 課題

- 1.1. 成長と持続可能性のための科学技術
- 1.2. 新しい成長のための技術とイノベーションの原動力

#### 2. 戦略と公共政策

- 2.1. 科学技術への投資
- 2.2. 社会資本への投資
- 2.3. イノベーションの普及：制度と市場の調和
- 2.4. 南北格差の縮小

#### 3. G7 学術会議の役割

#### 4. G7 政府への提言

2013年提出、同年5月7日改訂、同年11月5日再改定。なお、2013年9月10日には「臨床研究に関する日本計量生物学会声明」も発表。▶**専門職倫理をベースとして、研究倫理・インテグリティ、生命・医療倫理の論点を含む。**

### I. 前文：

1) 行動基準を策定した目的、2) 統計家の業務と責任（社会的責任と自らの行為の公共性の認識）、3) 職能集団と行動基準策定の必要性（専門職集団を形成して自律的な機能を有することを含むプロフェッショナリズムの明示等）

### II. 統計家の使命と守るべき価値：

1) **人間の生命や尊厳**、それを取りまく環境を尊重、2) 責任と能力を持つ、3) 誠実に行動する（不合理な業務、捏造や改ざんなどの不正行為は行わず、不正行為に荷担することもしない。自らの活動や成果について、それらの根拠とともに説明する。使用したデータや解析結果はできるかぎり明らかにし、解析に用いた手法についてはそれを採択した理由なども含めて明らかにする。また、同僚や他者の成果に対しては、適切な評価や健全な批判を行い、積極的に意見交換を行う。誤りなどを指摘された場合は、前向きに対応する等）

### III. 行動：

1. **プロフェッショナリズム**を有する、2. 業務を適正に行う — (1) 意義のある計画を立案する、(2) 適切なデータを収集する、(3) 適切な手法を用いて結論を導く、(4) 成果を公表・説明する、3. 他者への責任と役割を明確にする、4. 業務や成果を公開・説明する、5. リスクを評価し、予防する、6. 情報を適切に扱う、7. 法やガイドラインを遵守する、8. 人権を尊重する、9. 不正行為を予防する、10. 利益相反による弊害を防ぐ

### ■その他、資料

2016年12月6日から2017年1月6日において実施の第19期・第20期の持回り理事会にて定める。2017年1月10日制定。前文で「**真理の探究**」を掲げて「研究モラルとルール（**研究倫理と規範**）」の習熟を求めている。

### 1. 社会的責任：

**会員**は自らの専門知識・能力の維持向上に努め、自らが携わる研究の意義と役割を社会に向けて誠実に説明し、科学的に正確な知識の普及に努める。

### 2. 公正な研究活動：

**会員**は自らの研究の立案・計画・申請・実施・報告などのすべての過程において誠実に行動する。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う。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に加担しないことはもちろん、これらの行為の呼び水となるようなずさんな研究行為も排除する。また、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真摯かつ継続的に取り組む。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。

### 3. 科学的公平性：

**会員**は、研究・教育・学会活動において科学的方法に基づき公平な対応をする。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。

### 4. 利益相反：

**会員**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。

I. 前文…1) 行動基準を策定した目的、2) 再生医療人の業務と責任、3) 職能集団と行動基準策定の必要性、4) 改訂の必要性

II. 再生医療人の使命と守るべき価値 ▶研究者等の使命 ▶守るべき価値…1) 人間の細胞、生命や尊厳、それを取り巻く環境を尊重する、2) 文化的・社会的価値を尊重し、再生医療の理念を尊重した活動を行う、3) 責任と能力を持ち、誠実に行動する

### III. 行動基準

1. プロフェッショナリズムを有する。▶**専門職倫理**
2. 研究を適正に行う ▶**研究倫理・インテグリティ**
  - 1) 意義のある計画立案
  - 2) 適切な研究デザイン
  - 3) 第三者機関による審査と監査
  - 4) 成果の公表と説明
  - 5) 試料・情報の取扱い方針の決定
3. リスクや利益を適切に評価する
4. 細胞の提供者や臨床研究ならびに医療の対象者の選択を適切にする。
5. 対象者の自律性を尊重する。(▶**生命・医療倫理**)
6. 提供者や対象者の福利を保護する。(▶**生命・医療倫理**)
7. 透明性を確保し、社会との円滑なコミュニケーションを推進する。
8. 法やガイドラインを遵守する。
9. 不正行為を予防する。
10. 利益相反による弊害を防ぐ。

#### ワーキンググループメンバー

佐藤恵子	京都大学大学院医学研究科・再生医科学研究所
鈴木美香	京都大学iPS細胞研究所
中辻憲夫	京都大学再生医科学研究所
末盛博文	京都大学再生医科学研究所
佐村美枝	京都大学物質-細胞統合システム拠点

IV. 背景 行動基準を策定した背景/規範(ルール)ではなく基準(プリンシプル)とした理由/配慮した点と策定の経緯…1) 草案の起草、2) 日本再生医療学会の生命倫理委員会における検討

#### 【日本再生医療学会の立場表明】

- ▶はじめに
- ▶本会の機能…1) 不正などの報告を受け、調査し、提言や調整を行う。2) 新しい研究課題等が生じたときに、実施の是非や方法を検討する、3) 業務の担当者や新人の教育ならびに教育の支援を行う
- ▶再生医療の業務・研究の従事者に求めること…1) 自らの行動基準を持ち、自律すること、2) 不誠実な行為、不正を看過しない
- ▶再生医療の研究・業務を行う組織に対して求めること…1) 再生医療人の知識や技術を向上させる、2) 再生医療の研究・業務が適正に行われるための環境を整備する、3) 社会貢献を第一とする組織文化をもつ。



序文にて人工知能研究の両義性に言及するとともに、人工知能研究者の倫理、人工知能学会としての会員にこれを指針として行動するように心がける旨を記載。基本的に「人工知能学会会員」を主語として統一しつつ、第9条のみ「人工知能」が主語であることが特徴のひとつといえる。

## 序文

人工知能研究は、人間のような知性を持ち自律的に学習し行動する人工知能の実現を目指している。人工知能が、産業、医療、教育、文化、経済、政治、行政など幅広い領域で人間社会に深く浸透することで、人々の生活が格段に豊かになることが期待される一方で、悪用や濫用で公共の利益を損なう可能性も否定できない。

高度な専門的職業に従事する者として、人工知能の研究、設計、開発、運用、教育に広く携わる人工知能研究者は、人工知能が人間社会にとって有益なものとなるようにするために最大限の努力をし、自らの良心と良識に従って倫理的に行動しなければならない。人工知能研究者は、社会の様々な声に耳を傾け、社会から謙虚に学ばなければならない。人工知能研究者は技術の進化及び社会の変化に伴い、人工知能研究者自身の倫理観を発展させ深めることについて不断の努力をおこなう。

人工知能学会は、自らの社会における責任を自覚し、社会と対話するために、人工知能学会会員の倫理的な価値判断の基礎となる倫理指針をここに定める。学会員はこれを指針として行動するよう心がける。



- 1 **(人類への貢献)** 人工知能学会会員は、人類の平和、安全、福祉、公共の利益に貢献し、基本的人権と尊厳を守り、文化の多様性を尊重する。人工知能学会会員は人工知能を設計、開発、運用する際には専門家として人類の安全への脅威を排除するように努める。
- 2 **(法規制の遵守)** 人工知能学会会員は専門家として、研究開発に関わる法規制、知的財産、他者との契約や合意を尊重しなければならない。人工知能学会会員は他者の情報や財産の侵害や損失といった危害を加えてはならず、直接的のみならず間接的にも他者に危害を加えるような意図をもって人工知能を利用しない。
- 3 **(他者のプライバシーの尊重)** 人工知能学会会員は、人工知能の利用および開発において、他者のプライバシーを尊重し、関連する法規に則って個人情報の適正な取扱いを行う義務を負う。
- 4 **(公正性)** 人工知能学会会員は、人工知能の開発と利用において常に公正さを持ち、人工知能が人間社会において不公平や格差をもたらす可能性があることを認識し、開発にあたって差別を行わないよう留意する。人工知能学会会員は人類が公平、平等に人工知能を利用できるように努める。
- 5 **(安全性)** 人工知能学会会員は専門家として、人工知能の安全性及びその制御における責任を認識し、人工知能の開発と利用において常に安全性と制御可能性、必要とされる機密性について留意し、同時に人工知能を利用する者に対し適切な情報提供と注意喚起を行うように努める。
- 6 **(誠実な振る舞い)** 人工知能学会会員は、人工知能が社会へ与える影響が大きいことを認識し、社会に対して誠実に信頼されるように振る舞う。人工知能学会会員は専門家として虚偽や不明瞭な主張を行わず、研究開発を行った人工知能の技術的限界や問題点について科学的に真摯に説明を行う。
- 7 **(社会に対する責任)** 人工知能学会会員は、研究開発を行った人工知能がもたらす結果について検証し、潜在的な危険性については社会に対して警鐘を鳴らさなければならない。人工知能学会会員は意図に反して研究開発が他者に危害を加える用途に利用される可能性があることを認識し、悪用されることを防止する措置を講じるように努める。また、同時に人工知能が悪用されることを発見した者や告発した者が不利益を被るようなことがないように努める。
- 8 **(社会との対話と自己研鑽)** 人工知能学会会員は、人工知能に関する社会的な理解が深まるよう努める。人工知能学会会員は、社会には様々な声があることを理解し、社会から真摯に学び、理解を深め、社会との不断の対話を通じて専門家として人間社会の平和と幸福に貢献することとする。人工知能学会会員は高度な専門家として絶え間ない自己研鑽に努め自己の能力の向上を行うと同時にそれを望む者を支援することとする。
- 9 **(人工知能への倫理遵守の要請)** 人工知能が社会の構成員またはそれに準じるものとなるためには、上に定めた人工知能学会員と同等に倫理指針を遵守できなければならない。

本指針は理事会成立後より公布する。本指針の解釈および見直しについては、必要に応じて委員会を開催し、理事会の承認を得る。



## 6. 分子ロボット技術に関する倫理綱領策定に向けて



前文

**Preamble**

Engineering is an important and learned profession. As members of this profession, engineers are expected to exhibit the highest standards of honesty and integrity. Engineering has a direct and vital impact on the quality of life for all people. Accordingly, the services provided by engineers require honesty, impartiality, fairness, and equity, and must be dedicated to the protection of the public health, safety, and welfare. Engineers must perform under a standard of professional behavior that requires adherence to the highest principles of ethical conduct.

基本原則

**I. Fundamental Canons**

- Engineers, in the fulfillment of their professional duties, shall:
1. Hold paramount the safety, health, and welfare of the public.
  2. Perform services only in areas of their competence.
  3. Issue public statements only in an objective and truthful manner.
  4. Act for each employer or client as faithful agents or trustees.
  5. Avoid deceptive acts.
  6. Conduct themselves honorably, responsibly, ethically, and lawfully so as to enhance the honor, reputation, and usefulness of the profession.

実施規則

**II. Rules of Practice**

1. Engineers shall hold paramount the safety, health, and welfare of the public.
  - a. If engineers' judgment is overruled under circumstances that endanger life or property, they shall notify their employer or client and such other authority as may be appropriate.
  - b. Engineers shall approve only those engineering documents that are in conformity with applicable standards.
  - c. Engineers shall not reveal facts, data, or information without the prior consent of the client or employer except as authorized or required by law or this Code.
  - d. Engineers shall not permit the use of their name or associate in business ventures with any person or firm that they believe is engaged in fraudulent or dishonest enterprise.
  - e. Engineers shall not aid or abet the unlawful practice of engineering by a person or firm.
  - f. Engineers having knowledge of any alleged violation of this Code shall report thereon to appropriate professional bodies and, when relevant, also to public authorities, and cooperate with the proper authorities in furnishing such information or assistance as may be required.
2. Engineers shall perform services only in the areas of their competence.
  - a. Engineers shall undertake assignments only when

qualified by education or experience in the specific technical fields involved.

- b. Engineers shall not affix their signatures to any plans or documents dealing with subject matter in which they lack competence, nor to any plan or document not prepared under their direction and control.
- c. Engineers may accept assignments and assume responsibility for coordination of an entire project and sign and seal the engineering documents for the entire project, provided that each technical segment is signed and sealed only by the qualified engineers who prepared the segment.

**3. Engineers shall issue public statements only in an objective and truthful manner.**

- a. Engineers shall be objective and truthful in professional reports, statements, or testimony. They shall include all relevant and pertinent information in such reports, statements, or testimony, which should bear the date indicating when it was current.
- b. Engineers may express publicly technical opinions that are founded upon knowledge of the facts and competence in the subject matter.
- c. Engineers shall issue no statements, criticisms, or arguments on technical matters that are inspired or paid for by interested parties, unless they have prefaced their comments by explicitly identifying the interested parties on whose behalf they are speaking, and by revealing the existence of any interest the engineers may have in the matters.

**4. Engineers shall act for each employer or client as faithful agents or trustees.**

- a. Engineers shall disclose all known or potential conflicts of interest that could influence or appear to influence their judgment or the quality of their services.
- b. Engineers shall not accept compensation, financial or otherwise, from more than one party for services on the same project, or for services pertaining to the same project, unless the circumstances are fully disclosed and agreed to by all interested parties.
- c. Engineers shall not solicit or accept financial or other valuable consideration, directly or indirectly, from outside agents in connection with the work for which they are responsible.
- d. Engineers in public service as members, advisors, or employees of a governmental or quasi-governmental body or department shall not participate in decisions with respect to services solicited or provided by them or their organizations in private or public engineering practice.
- e. Engineers shall not solicit or accept a contract from a governmental body on which a principal or officer of their organization serves as a member.

**5. Engineers shall avoid deceptive acts.**

- a. Engineers shall not falsify their qualifications or permit misrepresentation of their or their associates' qualifications. They shall not misrepresent or exaggerate their responsibility in or for the subject matter of prior assignments. Brochures or other presentations incident to the solicitation of employment shall not misrepresent pertinent facts concerning employers, employees, associates, joint venturers, or past accomplishments.
- b. Engineers shall not offer, give, solicit, or receive, either directly or indirectly, any contribution to influence the award of a contract by public authority, or which may be reasonably construed by the public as having the effect or intent of influencing the awarding of a contract. They shall not offer any gift or other valuable consideration in order to secure work. They shall not pay a commission, percentage, or brokerage fee in order to secure work, except to a bona fide employee or bona fide established commercial or marketing agencies retained by them.

**III. Professional Obligations**

1. Engineers shall be guided in all their relations by the highest standards of honesty and integrity.
  - a. Engineers shall acknowledge their errors and shall not distort or alter the facts.
  - b. Engineers shall advise their clients or employers when they believe a project will not be successful.
  - c. Engineers shall not accept outside employment to the detriment of their regular work or interest. Before accepting any outside engineering employment, they will notify their employers.
  - d. Engineers shall not attempt to attract an engineer from another employer by false or misleading pretenses.
  - e. Engineers shall not promote their own interest at the expense of the dignity and integrity of the profession.
2. Engineers shall at all times strive to serve the public interest.
  - a. Engineers are encouraged to participate in civic affairs; career guidance for youths; and work for the advancement of the safety, health, and well-being of their community.
  - b. Engineers shall not complete, sign, or seal plans and/or specifications that are not in conformity with applicable engineering standards. If the client or employer insists on such unprofessional conduct, they shall notify the proper authorities and withdraw from further service on the project.
  - c. Engineers are encouraged to extend public knowledge and appreciation of engineering and its achievements.
  - d. Engineers are encouraged to adhere to the principles of sustainable development<sup>1</sup> in order to protect the environment for future generations.

職務上の義務



- 3. Engineers shall avoid all conduct or practice that deceives the public.
  - a. Engineers shall avoid the use of statements containing a material misrepresentation of fact or omitting a material fact.
  - b. Consistent with the foregoing, engineers may advertise for recruitment of personnel.
  - c. Consistent with the foregoing, engineers may prepare articles for the lay or technical press, but such articles shall not imply credit to the author for work performed by others.
- 4. Engineers shall not disclose, without consent, confidential information concerning the business affairs or technical processes of any present or former client or employer, or public body on which they serve.
  - a. Engineers shall not, without the consent of all interested parties, promote or arrange for new employment or practice in connection with a specific project for which the engineer has gained particular and specialized knowledge.
  - b. Engineers shall not, without the consent of all interested parties, participate in or represent an adversary interest in connection with a specific project or proceeding in which the engineer has gained particular specialized knowledge on behalf of a former client or employer.
- 5. Engineers shall not be influenced in their professional duties by conflicting interests.
  - a. Engineers shall not accept financial or other considerations, including free engineering designs, from material or equipment suppliers for specifying their product.
  - b. Engineers shall not accept commissions or allowances, directly or indirectly, from contractors or other parties dealing with clients or employers of the engineer in connection with work for which the engineer is responsible.
- 6. Engineers shall not attempt to obtain employment or advancement or professional engagements by untruthfully criticizing other engineers, or by other improper or questionable methods.
  - a. Engineers shall not request, propose, or accept a commission on a contingent basis under circumstances in which their judgment may be compromised.
  - b. Engineers in salaried positions shall accept part-time engineering work only to the extent consistent with policies of the employer and in accordance with ethical considerations.
  - c. Engineers shall not, without consent, use equipment, supplies, laboratory, or office facilities of an employer to carry on outside private practice.
- 7. Engineers shall not attempt to injure, maliciously or falsely, directly or indirectly, the professional reputation, prospects, practice, or employment of other engineers.

- Engineers who believe others are guilty of unethical or illegal practice shall present such information to the proper authority for action.
- a. Engineers in private practice shall not review the work of another engineer for the same client, except with the knowledge of such engineer, or unless the connection of such engineer with the work has been terminated.
  - b. Engineers in governmental, industrial, or educational employ are entitled to review and evaluate the work of other engineers when so required by their employment duties.
  - c. Engineers in sales or industrial employ are entitled to make engineering comparisons of represented products with products of other suppliers.
8. Engineers shall accept personal responsibility for their professional activities, provided, however, that engineers may seek indemnification for services arising out of their practice for other than gross negligence, where the engineer's interests cannot otherwise be protected.
- a. Engineers shall conform with state registration laws in the practice of engineering.
  - b. Engineers shall not use association with a nonengineer, a corporation, or partnership as a "cloak" for unethical acts.
9. Engineers shall give credit for engineering work to those to whom credit is due, and will recognize the proprietary interests of others.
- a. Engineers shall, whenever possible, name the person or persons who may be individually responsible for designs, inventions, writings, or other accomplishments.
  - b. Engineers using designs supplied by a client recognize that the designs remain the property of the client and may not be duplicated by the engineer for others without express permission.
  - c. Engineers, before undertaking work for others in connection with which the engineer may make improvements, plans, designs, inventions, or other records that may justify copyrights or patents, should enter into a positive agreement regarding ownership.
  - d. Engineers' designs, data, records, and notes referring exclusively to an employer's work are the employer's property. The employer should indemnify the engineer for use of the information for any purpose other than the original purpose.
  - e. Engineers shall continue their professional development throughout their careers and should keep current in their specialty fields by engaging in professional practice, participating in continuing education courses, reading in the technical literature, and attending professional meetings and seminars.

Footnote 1 "Sustainable development" is the challenge of meeting human needs for natural resources, industrial products, energy, food, transportation, shelter, and effective waste management while conserving and protecting environmental quality and the natural resource base essential for future development.

"By order of the United States District Court for the District of Columbia, former Section 11(c) of the NSPE Code of Ethics prohibiting competitive bidding, and all policy statements, opinions, rulings or other guidelines interpreting its scope, have been rescinded as unlawfully interfering with the legal right of engineers, protected under the antitrust laws, to provide price information to prospective clients; accordingly, nothing contained in the NSPE Code of Ethics, policy statements, opinions, rulings or other guidelines prohibits the submission of price quotations or competitive bids for engineering services at any time or in any amount."

**Statement by NSPE Executive Committee**

In order to correct misunderstandings which have been indicated in some instances since the issuance of the Supreme Court decision and the entry of the Final Judgment, it is noted that in its decision of April 25, 1978, the Supreme Court of the United States declared: "The Sherman Act does not require competitive bidding."

It is further noted that as made clear in the Supreme Court decision:

1. Engineers and firms may individually refuse to bid for engineering services.
2. Clients are not required to seek bids for engineering services.
3. Federal, state, and local laws governing procedures to procure engineering services are not affected, and remain in full force and effect.
4. State societies and local chapters are free to actively and aggressively seek legislation for professional selection and negotiation procedures by public agencies.
5. State registration board rules of professional conduct, including rules prohibiting competitive bidding for engineering services, are not affected and remain in full force and effect. State registration boards with authority to adopt rules of professional conduct may adopt rules governing procedures to obtain engineering services.
6. As noted by the Supreme Court, "nothing in the judgment prevents NSPE and its members from attempting to influence governmental action . . ."

Note: In regard to the question of application of the Code to corporations vis-a-vis real persons, business form or type should not negate nor influence conformance of individuals to the Code. The Code deals with professional services, which services must be performed by real persons. Real persons in turn establish and implement policies within business structures. The Code is clearly written to apply to the Engineer, and it is incumbent on members of NSPE to endeavor to live up to its provisions. This applies to all pertinent sections of the Code.

学会実行委員会による  
声明



### 生命・医療倫理の4原則（米国）

1. 自律尊重 (Respect for Autonomy)
2. 善行・恩恵 (Beneficence)
3. 無危害・侵害回避 (Non-maleficence)
4. 正義・公正 (Justice)

### 生命・医療倫理の4原則（欧州）

1. 自律性 (Autonomy)
2. 尊厳 (Dignity)
3. 統合性 (Integrity)
4. 脆弱性 (Vulnerability)

### 全米プロフェッショナル・エンジニアリング協会（NSPE）基本綱領

1. 公衆の福利優先
2. 有能性
3. 真実性
4. 信頼関係
5. 公正業務
6. 同業発展

### 新時代への倫理的対応：エマージング・テクノロジー評価のための5つの倫理原則

1. 公共の恩恵 (Public Beneficence)
2. 責任ある管理 (Responsible Stewardship)
3. 知的自由と責任 (Intellectual freedom and responsibility)
4. 民主的な討議 (Democratic deliberation)
5. 正義と公正 (Justice and Fairness)

### 研究倫理とインテグリティ

1. 誠実 (Honesty)
  2. 正確 (Accuracy)
  3. 効率 (Efficiency)
  4. 客観性 (Objectivity)
- ▶ 「説明責任」 (accountability) / 「透明性」 (transparency)

### WHO バイオリスク・マネジメントの3要素

1. バイオセーフティ (Biosafety)
2. バイオセキュリティ (Biosecurity)
3. バイオエシックス (Bioethics)

### 2017年「G7学術会議 サミットに向けた共同声明」

科学・技術、イノベーション、社会資本 / オープンなアクセス、適切なガバナンス

### EPSRC（英国 工学・物理科学研究会議）ロボティクスの原則

1. 多目的用途のツールであることから生じるリスクに注意すること。
2. 既存の法律、基本的な権利、プライバシーを含む自由が遵守されること。
3. 製品としてロボットの安全性とセキュリティが保証されること。
4. 人工物としてロボットの設計が透明性を有するものであること。
5. 人間がロボットの責任主体であること。

# 分子ロボット技術に関する「倫理原則」案（2017年11月11日案／たたき台）

## 1. 生命の尊厳と人権の尊重

（Respect for Dignity of Life and Human Rights）；

- ▶ 「生命の尊厳」と「人権」は、生命倫理の最重要の概念ともいえる。また、ロボットに対して「人間」主体とする観点を含む。

## 2. 科学・技術、イノベーションによる恩恵の実現

（Realization of Benefits through Science, Technology and Innovation）；

- ▶ 「恩恵」は生命倫理や専門職倫理（工学・技術者倫理）に共通して用いられる概念。
- ▶ 「恩恵の実現」という言葉は、2017年「G7サミットに向けた共同声明」の日本学術会議による「新しい経済成長：科学、技術、イノベーション及び社会資本の役割」（仮訳）でも用いられている\*。

## 3. 人間・社会・環境の安全とセキュリティの追求

（Pursuing Safety and Security for Human, Society and Environment）；

- ▶ リスクマネジメントのポイント。人間・社会・環境のためのリスク・ベネフィットを多面的に検討し、公共の安全とセキュリティを確保するのみならず、追求していくことも重要と考えられる。将来の世代への影響に関する検討を含む。

## 4. 説明責任と透明性に基づくガバナンス

（Governance based on Accountability and Transparency）；

- ▶ 「説明責任」と「透明性」は、オープンなアクセスの概念も含みうる。社会正義に根ざした研究開発の倫理問題を考えるうえで不可欠な概念。研究倫理・インテグリティ、専門職倫理にも通底する原則になりうると思われる。

## 分子ロボット技術に関する「倫理原則」（案／たたき台）の留意事項

▶「尊厳」「恩恵」「安全」「責任」といったように、一語ずつ列記するだけの形態も検討してみたが、今回はこの形態は避けた（そのようにすれば、必然的に抽象度がきわめて高いものとなり、いったい何の原則を指しているかが不明瞭となるおそれもあるため）。

▶主語はあえて、ロボットでもなく、人間でもない表現ぶりとした。また、「分子ロボット技術者とは～」から始まる専門職域に限定される表現ぶりも今回は避けた。

▶分子ロボット技術の可能性に照らして倫理的に重要と考えられる概念を組み合わせた形態を目指した。併せて、それらの概念を以て、どうするかも含めていくぶん動的な表現とした。

▶案の作成にあたり、具体的には、

- 生命・医療倫理の4原則
- 米国大統領委員会「新時代への倫理的対応：エマージング・テクノロジー評価のための5つの倫理原則」
- 「全米プロフェッショナル・エンジニアリング協会（NSPE）基本綱領」、
- EPSRC（英国 工学・物理科学研究会議）「ロボティクスの原則」、
- WHO バイオリスク・マネジメントの3要素、
- 研究倫理とインテグリティの文脈で重視される諸概念、
- 最近の事例では2017年「G7学術会議 サミットに向けた共同声明」で言及される概念等からも検討。
- 国内外の学協会の倫理綱領なども参照した。

▶今後、全米プロフェッショナル・エンジニアリング協会（NSPE）倫理綱領のように、これら基本原則を入れ込んだひとまとまりの綱領を策定することが望ましいと考える。

…例えば、今回の原則の前後にその趣旨及び活用のあり方を述べる：1）前文、2）基本原則、3）実施のためのルール、4）分子ロボットに関するコミュニティからの声明、のような構成による文書を作成

（⇒ 国内外の学協会の動向をみる限り、原則だけ述べて終わらないのが一般的のようである。）

## 前回までの分子ロボット技術倫理の枠組みに関する主たる指摘事項

- ▶必ずしも上位の「原理・原則」の抽出のみにこだわるべきではない。綱領、憲章など、その他の位置づけもありうる。
- ▶（感覚と知能を備えた）「分子ロボット技術」ならではの要素をもっと意識すべき。当該技術の様々な可能性を念頭に置いて、より実践的な枠組みを提示する必要がある。
- ▶分子ロボット技術は、合成生物学とは異なることに留意。
- ▶生命を操作することに警鐘を発するスタンスではないため、この見地からの「生命倫理」の原理・原則に係る文言は、必ずしも、要しないのではないか。
- ▶主語を研究者にすべきか。分子ロボットにすべきか。あえて、主語を明記せずに、倫理的な配慮を要する事項のみを列記すべきか。
- ▶「ガバナンス」にまで言及する必要はない。
- ▶倫理綱領に「イノベーション」の概念まで盛り込むべきなのか。
- ▶人間・社会・環境に係る文言を明確に整理すべきではないか。
- ▶デュアルユースについてどのように位置づけるか。（倫理綱領上は、例えば「安全とセキュリティの確保」に内包される問題とするか。）
- ▶綱領の策定後、より具体的な内容を示す文言をあわせて作成することもありうる。（国内外の学協会の動向をみる限り、原則だけ述べて終わらないことは多い。）



# 分子ロボット技術倫理綱領(2018年1月20日案)

## 1. 人間の健康・福利・権利尊重の技術開発

(R&D based on respect for human health, well-being and rights)

▶ヘルシンキ宣言の一般原則(第4)で言及される文言「医学研究の対象とされる人々を含め、患者の健康、福利、権利を向上させ守ることは医師の責務である。医師の知識と良心はこの責務達成のために捧げられる。」を参照。

人を対象とした医学系研究に関わる部分は将来に向けた課題のひとつとして前文に含めたほうが良い。

## 2. リスク・ベネフィットの総合評価と検証

(Comprehensive assessment and review of risk and benefit)

▶ヘルシンキ宣言のリスク・利益・負担(第16~18)で言及される文言「人間を対象とするすべての医学研究は(中略)予想し得るリスクおよび負担と被験者およびその研究によって影響を受けるその他の個人またはグループに対する予見可能な利益とを比較して、慎重な評価を先行させなければならない」を参照。なお、本邦の指針では研究責任者の責務として「研究対象者への負担並びに予測されるリスク及び利益を総合的に評価するとともに、負担及びリスクを最小化する対策を講じなければならない」とも規定される。

安全と環境をまとめたほうが良い。

## 3. 安全とセキュリティの確保 (Ensuring safety and security)

▶デュアルユースに関する注意を含む。

セキュリティはむしろデュアルユースとともにまとめたほうが良い。

## 4. 公共への説明責任と透明性の担保 (Public accountability and Transparency)

▶「説明責任」と「透明性」は、社会正義に根ざした研究開発の倫理問題を考えるうえで不可欠な概念。研究倫理・インテグリティ、専門職倫理にも通底する原則になりうると考えられる。

説明責任と透明性を最後に。

## 5. 環境と将来世代への配慮 (Consideration for environment and future generation)

▶環境への影響を含む、将来世代に対する責任と配慮。



# 倫理綱領前文作成にあたって(2)

分子ロボティクス研究の現状とELSIに関する検討：  
今後のテクノロジーアセスメントに向けて

平成29年3月

標葉隆馬、田中幹人、吉澤剛によるテクノロジーアセスメントノート（JST-ROSTEX 人と情報のエコシステム領域「リアルタイム・テクノロジーアセスメントのための議題共創プラットフォームの試作」プロジェクトの一環により作成）。GMO、ナノテック、合成生物学、ヒトゲノム情報解析、再生医療分野等の事例検討を含む。

## Molecular Robotics

### 新学術領域研究「分子ロボティクス」概要

萩谷 昌己 (東京大学, 領域代表, スライム班代表)      小長谷 明彦 (東京工業大学, アメーバ班代表)  
 斎藤 博英 (京都大学 iPS細胞研究所, 感覚班代表)      小林 聡 (電気通信大学, 知能班代表)

---

#### 目的 (分子ロボット工学の創成と分子ロボットの開発)

**化学**

- 「プログラム」な分子ロボティクスシステムの実現
- 「生命現象を再現・凌駕する人工分子システム」の実現

**分子ロボット工学**

- 「分子ロボティクス」の基礎確立
- 「自己組織化と学習・適応性を持つ自律性」の実現

**ロボット工学**

- 「自己組織化と学習・適応性を持つ自律性」の実現

ボトムアップ的方法論

**分子ロボットの3要素**

**分子ロボットの進化シナリオ**

---

#### 背景 DNAナノ技術 (DNA計算・DNAオリガミ)

- Aldemanの1994年の研究が契機
- 1995年に最初のmeeting (conference) Computer Science Mathematics (Bio)physics (Organic) Chemistry Biotechnology
- 萩谷の未来開拓プロジェクトが1996年に開始
- 変遷するフォーカス
  - Parallel computation
  - Nanoscale construction
  - Molecular actuation
  - Molecular (chemical) computation
  - Molecular control
  - Molecular robotics

#### 分子ロボットイメージ図

---

#### アメーバ型分子ロボット開発状況

#### スライム型分子ロボット開発状況

---

#### 分子ロボットの感覚の例 (分子センサー)

#### 分子ロボットの知能の例 (分子制御回路)

<http://www.molecular-robotics.org/>

# 分子ロボット技術倫理綱領第1.0版 (2018年3月5日案)

## 【前文】

モノづくりが進化し、これまでになかったデバイスやシステムが次々と現れる一方で、分子ロボット技術の倫理的課題も多岐に及び。現在、わが国の分子ロボット技術は、感覚、運動、知能が重要な要素として捉えられ、それぞれの要素技術を活かした研究開発が進められているところである。

将来的に、分子ロボット技術は、より複雑な構成が実現可能になるとともに、情報学、工学、化学、生物学の分野はもとより、医学・医療などにも応用されることが予想される。これらの技術開発の進展に伴い、新しい物質・情報・生命観を想起し、倫理の枠組みを社会の中に確立させていくことは重要な課題といえよう。

このような背景において、私たちは、以下の倫理綱領を定めるとともに、分子ロボット技術に携わるすべての者にその遵守を求めるものである。

## 1. リスク・ベネフィットの総合評価 (Comprehensive assessment of risk and benefit)

▶分子ロボティクス技術に携わる者は、その技術の複雑化とともに、人間・環境への負担ならびに予測されるリスク及び利益についての総合的な評価を行うとともに、それらの負担及びリスクを最小化させ得る対策を講じなければならない。

## 2. 安全と環境への配慮 (Consideration for safety and environment)

▶分子ロボティクス技術に携わる者は、環境に影響を及ぼし得るものの拡散防止のための措置、安全の確保に向けた取組を行う必要がある。これは、将来世代に対する責任と配慮を含む。

## 3. セキュリティとデュアルユース問題への留意 (Paying attention to security and dual-use issues)

▶分子ロボティクス技術に携わる者は、物理的・人的な観点のみならず、輸送や材料管理、情報の観点も考慮したセキュリティ対応を検討するべきである。併せて、デュアルユースに関する問題にも注意を払う必要がある。

## 4. 説明責任と透明性の担保 (Ensuring accountability and transparency)

▶分子ロボティクス技術に携わる者は、社会正義に根ざした研究開発を進展させるにあたり、公共への説明責任と透明性を担保しなければならない。

## 以下、本日、特にご意見頂きたい点・討議頂きたい点：

### 【前文】の確認。

- ▶ 分子ロボット技術の重要な要素としての「感覚」「運動」「知能」を指摘。
- ▶ 新しい「物質」「情報」「生命観」について言及。
- ▶ 「分子ロボット技術に携わるすべての者にその遵守を求める」といったまとめ方。

### 【倫理綱領】本体部分の確認。

1. リスク・ベネフィットの総合評価
2. 安全と環境への配慮
3. セキュリティとデュアルユース問題への留意
4. 説明責任と透明性の担保

- ▶ 結局、「分子ロボット技術ならでは」といった点を結局どこまで出すべきか。
- ▶ 一応は、上記項目ごとに、「分子ロボット技術に携わる者は～ べきである（～しなければならない、必要がある）」といったかたちの文章を付記。

### 【前文】＋【倫理綱領】本体＋【？】

- ▶ 構成上、【？】の部分は、必要かどうか。必要ならば何を付言すべきか。  
（「以上、私たちはここに倫理綱領を定めるものである。なお、この倫理綱領は今後も必要に応じて見直していくものとする。」といった文言で締めくくるべきか？）

この倫理綱領を「どの組織・団体の名義」で世の中に公表するか？