

# 工学系論文における研究類型別情報要素の提案

— 分野横断コミュニケーションを視野に入れて —

西 山 聖 久\*

古 谷 礼 子\*\*

曾 剛\*\*\*

レイト エマニュエル\*\*\*\*

---

## ＜要 旨＞

本稿は、工学系論文を研究類型に分類し、それぞれに織り込むべき情報要素を明確にする事により、新たな工学分野を横断したコミュニケーションの可能性を模索する事を目的とする。昨今、社会における問題は複雑化し、単一分野の専門知識のみでの解決は困難となっている。そこで、イノベーションの促進を目指し、分野横断を謳った教育プログラムが広く実施されている。しかし、分野を異にする者が高度な研究内容について踏み込んだコミュニケーションを行う事は互いに困難である。これまでに、工学部・工学研究科 国際交流室は、主に工学分野の学生を対象とした英語論文執筆指導を実施し、広く工学分野の学生の研究内容に触れてきた。その結果、彼らの取り組む研究は、専門的には全く異なる一方、機能分析的に捉えることにより、大まかではあるが分野を問わず共有可能な5つの類型に分類することが出来るとの認識に至った。本研究では、これまでに学生より収集した研究概要を、上記研究類型に基づき考察する。そして、観察された問題点を整理し、それらの解決策として分野を問わず活用可能な工学研究に関する情報要素を提案する。これらは今後、論文指導や種々のワークショップ、国際交流活動等にて活用できるものと期待している。

---

---

\*名古屋大学工学部・工学研究科 国際交流室・講師

\*\*名古屋大学工学部・工学研究科 国際交流室・講師

\*\*\*名古屋大学工学部・工学研究科 国際交流室・講師

\*\*\*\*名古屋大学工学部・工学研究科 国際交流室・講師

## 1. はじめに

昨今、工学分野をはじめ、社会における問題は複雑化する傾向にあり、それらを単一分野の専門知識のみでの解決することは困難となっている。そのような問題を解決するには、時に専門家が分野を超えて協力し、イノベーションを起こす事が必要となる。そこで、昨今は大学においても分野横断を謳った様々な教育プログラムが広く実施されている。しかし、そのような機会が積極的に提供されるようになったことは歓迎されるべきである一方、異分野の専門知識を積極的に生かしながら分野を横断して問題を実際に解決するのは難しいのが現状のようである。

分野横断型の工学教育に関する取り組みは、組織やカリキュラムの改編等により学生が幅広い知識に触れられる環境を整えるといった形で既によく行われている（田谷ほか 2006、森 2004）。しかし、各分野には、研究観等の様々な差異が存在し、これが分野を横断した活動を困難にしており（naturejapanjobs 2014）、今井らはこの分野の相違をアンケートにより調査し、その結果を可視化する研究を行っている（今井ほか 2017）。

本稿にて着目する、分野を越えた研究概要の説明に関しては、分野横断型教育プログラムの一部に組み込まれることも多く、特に論文執筆や学会発表を指南する事を目的とした教材は多数存在している。例えば、Nature Master Class Online Training<sup>1)</sup>では、論文の中で、「(その研究を)なぜ行ったのか」、「何を行ったのか」、「どのように行ったのか」、「どのような結果が得られたのか」、「その結果から何が言えるのか」を明確にすることが強調されている。しかし、そもそも「なぜ行ったのか」が、分野内でしか理解されない高度な内容である場合、たとえ、指南に従い研究概要の説明を展開したとしても、その知識を異なる専門分野の関係者と共有することは困難であろう。その他の書籍（例えば、河合 2013、佐藤 2016、中田 2010）においても類似したことは述べられているが、やはり、この点に関する解決策には詳しくは触れられていないと考えている。

名古屋大学工学部・工学研究科 国際交流室（以下、国際交流室）では、数年前より英語論文執筆指導を行っている（西山ほか 2017）が、これも分野を横断したコミュニケーションが困難である現状を観察出来る典型的な事例である。当然、学生が実際に英語論文執筆に取り組んでいる場合、その添削指導を実施するには、指導の対象となる学生の研究内容をある程度理解しなくてはならない。しかし、相談をしてくる学生の専門分野は全て

の工学分野に及び、参加学生の中で明快に自身の研究内容を説明できる者は少数であり、英語論文に関する具体的な指導をより困難にしている。

## 2. 機能分析的視点による工学研究の抽象化

TRIZ（発明的問題解決手法）の機能分析的視点（Mann 2002、ユーリ 2000）は、学生が分野を超えて自身の取り組む「研究の目的」を認識するために、工学分野に共通して応用可能であると考えられる。

TRIZ とは、20 世紀半ばソビエト連邦の特許審議官であったアルトシュラーが中心となり開発した問題解決の方法論である。アルトシュラーとその師弟は、200 万件を超える特許を分析し、あらゆる技術に関する特許は矛盾を妥協なく解決しているとした。

ここで言う矛盾とは、何かしらの手段をもってあるパラメータを改善しようとする際に、別のパラメータが悪化するという状態を指す。例えば、自動車の燃費を向上させるための方法として板厚を下げて軽量化する事が考えられるが、そのような事をすれば衝突した際の安全性が失われると言った状況である。安全性が確保される範囲で板厚を下げるという妥協案は誰もが思いつくが、研究テーマとして取り組まれるような解決策は、燃費の向上と高強度を同時に実現できる新規的な複合材料の開発等であろう。

工学系の研究室による業績である論文は、同じく研究室の業績である特許と深く関連していると考えられる。従って、学生達が取り組む研究の目的もまた、分野を問わず TRIZ で言及されているような技術関連の矛盾の解決を目指している可能性が高い。

工学における教育プログラムに関する検討委員会は、「8 大学工学部を中心とした 工学における教育プログラムに関する検討」にて、工学を「数学と自然科学を基礎とし、ときには人文科学・社会科学の知見を用いて、公共の安全、健康、福祉のために有用な事物や快適な環境を構築することを目的とする学問」と定義している。これによれば、工学は人間にとって快適な環境を作り出すために生ずる矛盾を解決していく事を目的としていると理解して差し支えないであろう。

また、新美智秀名古屋大学工学部・工学研究科長も、学部ウェブサイトにて「これまでの多くの工学研究者の努力で、大量生産、長距離・大量輸送、高速通信などが私たちの生活を豊かにしましたが、大量消費による地球温暖化やエネルギー枯渇問題なども顕在化してきました。その反省から、

最近では持続可能社会の実現に向けた技術開発も盛んに行われています」と述べ、これまでに人類が便利さを追求した引き換えに環境・エネルギー問題が引き起こされたという矛盾を解決することが今後の工学分野における重要な課題であると指摘している。

以上を踏まえ、以下、本稿の議論では、工学分野の研究が取り組む課題を、図1に示す通り、工学的システムの機能分析的な視点から抽象的に定義する。つまり、工学分野の研究は、原則、問題解決を目指しており、具体的には、『現在、人類が必要とする「有益な作用」は「従来の工学的システム」により得られているが、そのような工学的システムは、同時に「有害な作用」を発生する。そこで、「新たな工学的システム」の開発により、有害な作用を除去する。』事を目的としていると想定する。ここでいう工学的システムとは、ある領域に存在する構成要素が相互に作用する事により、特定の工学的作用を発生させる仕組みを意味している。

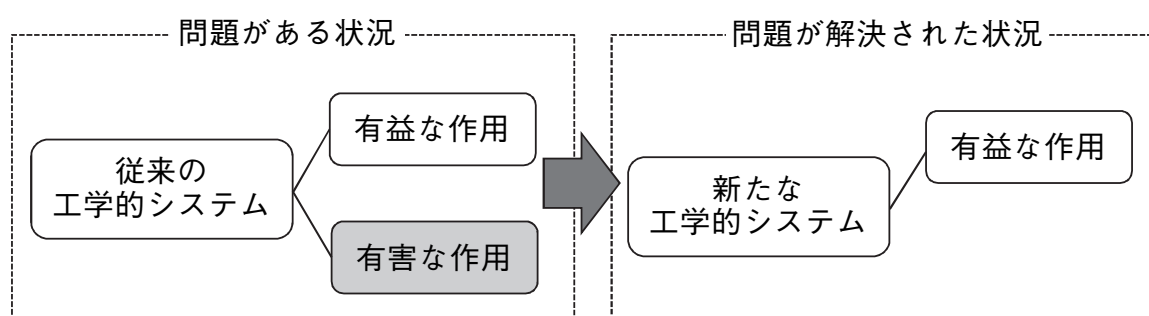


図1 工学分野の研究の目的

### 3. 工学分野の研究内容の分類

国際交流室は、数年前より工学系の学生を対象として英語論文執筆指導を実施しており、特に早急に英語論文を完成する必要に迫られた学生とはひざを突き合わせた議論を繰り返し、研究内容を極力理解するように努めてきた。このような活動を通じ、様々な工学分野の学生による研究概要の説明に触れる事となった。

その結果、工学分野の研究は、必要とされる専門知識という視点に立てば、当然分野ごとに大きく異なっている一方、前節にて述べた「工学分野の研究の目的は矛盾の解決である」という視点に立つ事により、これまで

に指導した学生達の研究活動は分野を問わず大きく5つの研究類型に分類され、おおよその研究背景、研究目的、研究の方法、結果、考察、結論のパターンを示す事ができるとの認識に至った<sup>2)</sup>。これら類型の詳細は資料1に掲載する。

どの類型においても、原則として『現在、人類が必要とする「有益な作用」は「従来の工学的システム」により得られているが、そのような工学的システムは、同時に「有害な作用」を発生する。』という背景を持つことは共通している。

「研究類型1：新しい技術に挑戦する」は、「有害な作用」の発生原因はすでに認知されており、「新たな工学的システム」の完成を目指し、そのプロトタイプを作成し、性能を検証する段階にある。検証するとは、「有益な作用」は求められるレベルで得られるのか、「有害な作用」は低減されるのか、また、「新たな有害な作用」の有無を調査する事とする。

「研究類型2：新たな課題を解明する」は、「新たな工学的システム」のプロトタイプを作成し検証した結果、「新たな有害な作用」の存在が判明し、その発生メカニズムを解明する事を目指している。(メカニズムを解明するとは、システムを現状の認識よりも詳細な構成要素に分割し、それらの相互作用を明らかにする事とする。)

「研究類型3：新しい技術を更に進化させる」では、「新たな有害な作用」の解決策として考案された「更に新たな工学的システム」の検証となる。

「研究類型4：長期に渡る技術課題を解明する」は「従来の工学的システム」から発生する「有害な作用」の発生メカニズムが長年にわたり解明されていなかったが、技術の発展等により、これまで不明とされてきたメカニズムの解明が可能となったことをきっかけにそのメカニズムを解明し新たな工学的システムを提案する事を目指している。

「研究類型5：既存の成功事例を調査する」は、例えば、自然界に既に存在しており「有益な作用」を発生することが知られているが、その発生メカニズムが解明されておらず、そのメカニズムを解明し、「新たな工学的システム」に応用する事を目指している。この研究類型は、明確に応用される工学的システムが決定している場合もあるが、何に応用するかを決定しない状態で実施される事が多いようである。特に化学、生物の分野に多く見られ、都市計画等の成功事例の研究もここに含まれると考えている。

## 4. 工学分野の学生による研究概要の分析

国際交流室が主催する「工学系のための英語論文執筆サポート」では、学生が参加登録する際に、自身の研究概要の提出を求めている。学生にとっては研究室外の関係者に対して研究概要を説明することが求められているといえる。

これまでに110名の学生が、研究概要を提出してくれている。以下では、それらを、4.1 研究概要が所属する研究タイプ、4.2 「従来の工学的システム」に関する説明の有無、4.3 研究概要の4段階評価の付与と文字数の観点より分析する。

### 4.1 研究概要の所属する研究類型

提出された研究概要を、上記の5つの研究類型のいずれに所属するか、判別の可否と共に分類した。

### 4.2 「従来の工学的システム」に関する説明の有無

5つの研究類型は全て図1に示す従来の工学的システムにおける問題解決を目指すとしている。従って、従来の工学的システムに関する説明は自身の位置づけを定義するために重要な情報である。そこで、「従来の工学的システム」、「有益な作用」、「有害な作用」に関する記述がなされているかを調査した。

### 4.3 研究概要の4段階評価の付与と文字数

提出された研究概要を、

- A : 現状の問題定義が行われており、研究類型の分類も可能
  - B : 現状の問題定義が行われているが、研究類型の分類が出来ない
  - C : 現状の問題定義が行われていないが、研究類型の分類は可能
  - D : 現状の問題定義が行われておらず、研究類型の分類もできない
- の4段階で評価した。また、各研究概要の文字数もカウントした。

## 5. 結果と考察

提出された110の研究概要の中には、非常に分かりやすく説明しているものもあれば、意味を理解するのが困難なものもあった。ここでは、特に、

意味を理解するのが困難であった事例を、上述の研究類型に基づき分析し、分野を超えて研究に関する説明を行う際に念頭に置くべき事項について考察する。

### 5.1 研究概要の所属する研究類型に関して

図2に、各研究類型に所属する研究概要の数と、その判定ができなかった研究概要の数のそれぞれを示す。また、「従来の工学的システム」の説明がなされている研究概要と、それがなされていない研究概要の数も色分けにより示している。横軸は類型名、縦軸は研究概要の数である。

この結果から、研究概要の半数以上が、どの研究類型に属するか判別する事が出来なかったことが分かる。しかし、それらは全て研究類型1から研究類型5のいずれかに属するであろう事は推察され、これらの概要を各研究類型に分類できなかったのは、単に必要な情報が不足した為であった。これより、工学研究を5つの研究類型に分類する事の妥当性はある程度確認されたと考えている。

### 5.2 「従来の工学的システム」に関する説明の有無に関して

図2に示された結果では、研究類型3を除き、研究概要において「従来の工学的システム」について記述しなかった学生が多数を占める。

研究概要において、特に「従来の工学的システム」に関する説明は必要不可欠な部分である。研究室の中での議論や、専門分野では当然とされている問題であれば、敢えて「従来の工学的システム」について詳しく述べる必要はないかもしれない。しかし、「従来の工学的システム」の説明が欠落しているという事は、現状の問題を定義する事無く自身の研究を説明しようとしている事を意味しており、これが研究概要を異なる専門分野の関係者に伝える際の弊害となると考えられる。

一方、研究類型3に所属すると判断された研究概要では、多数の学生が「従来の工学的システム」に関する説明をしている。研究類型3は「従来の工学的システム」の解決策として「新たな工学的システム」を開発し、そこで発生した「新たな有害な作用」を解決する「修正した新たな工学的システム」を提案するという流れである。これらの内容を記述するには、文献調査、もしくは研究室内での議論がしっかりと行われている必要があり、解決すべき問題が他の研究類型に比べ明確になっていなければならない。実際、この研究類型に分類された研究概要は文章の完成度も高く、す

でに発表された論文の一部を転記したものが多いと推察している。

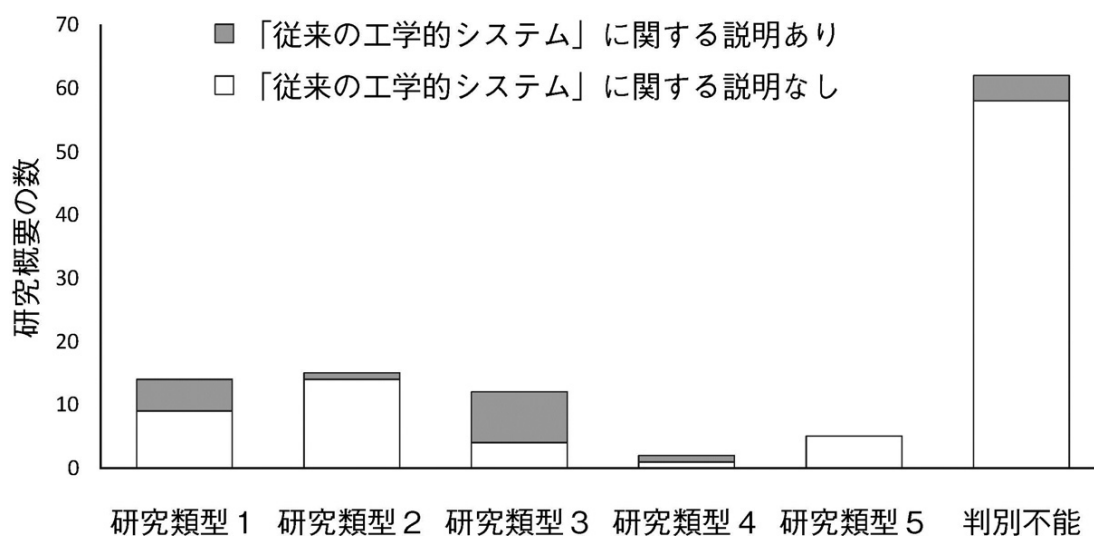


図2 研究概要の分類結果

### 5.3 研究概要の4段階評価の付与と文字数に関して

図3に、4.3にて説明した4段階評価と文字数の分布を示す。最も評価が高いAは、最も評価が低いDに比べ文字数が多い傾向にあることが観察できる。一方、比較的多くの文字数を含みながらも、CもしくはDと低い評価となっている研究概要も存在しており、研究概要の質は文字数、つまり説明の分量では決まらないという事も示唆している。

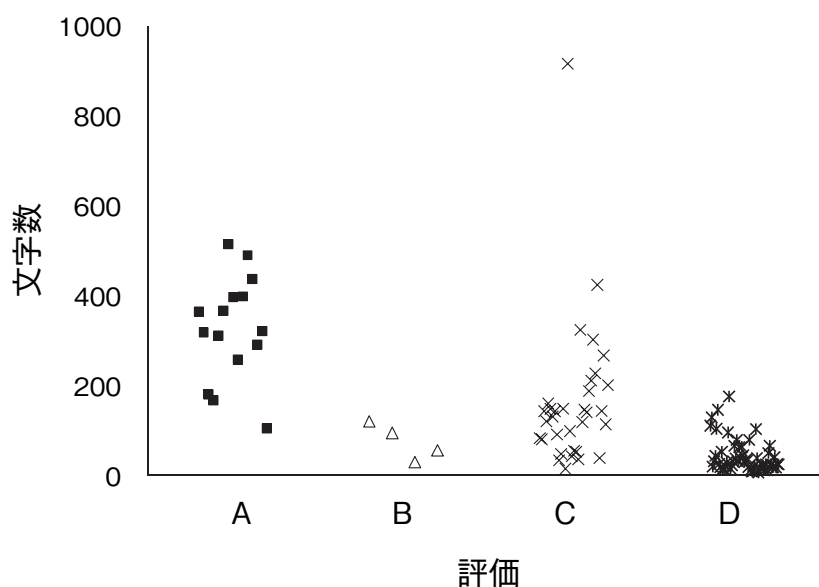


図3 4段階評価と文字数の分布



## 5.4 研究を説明する際に生じる問題

ここでは、収拾された研究概要を観察する事により認識された、特に専門分野が異なる研究者に研究について説明する際に問題となっていると考えられる事項を具体的に説明する。

### 5.4.1 専門用語の説明が不足している

図3に於いて、A、もしくはBと高い評価を得た研究概要は、他の低評価の研究概要に比べると、確かに内容が洗練されている。しかし、これらの研究概要は、その内容において「従来の工学的システム」の説明をしようとする努力が見受けられ、いずれかの研究類型に属すると推察されたに過ぎない。つまり、研究の内容を平易に説明できているか否かという観点には評価指標には含まれておらず、難解な専門用語が説明なく多用されている事は評価の考慮に入れられていない。

全ての読み手が理解できるよう全ての専門用語に説明を加える事は難しいであろうが、上述した「8 大学工学部を中心とした 工学における教育プログラムに関する検討」の示すような動機で研究が行われているのであれば、少なくとも「従来の工学的システム」から発生する「有益な作用」「有害な作用」については、我々の生活に密着した内容にまでさかのぼることにより、分野を問わず誰もが理解できるように説明していく事は可能であろう。

### 5.4.2 工学的システムの名称のみ

特にDの評価になった研究概要には、工学的システムの名称のみのものが多数含まれている（このためD評価の研究概要の文字数は他の評価に比べ明らかに少ない）。この場合、研究類型の判別は困難である。

例えば、研究概要として「新たな自動車運転支援システムの開発」のみの記述の場合、自動車の「有益な作用」は「人を移動させる」となり、これに関しては、皆に共有されていると判断し省略可能かもしれない。しかし、少なくとも、その研究の対象としている「新たな工学的システム」がいかなる「有害な作用」を除去しようとしているのかにより、研究の内容は全く異なったものになる。これは、「従来の工学的システム」に何を設定するかにも関連する問題である。

例えば、「カーナビゲーションシステム」も「衝突安全システム」も、両方「自動車運転支援システム」と言えるであるが、前者が除去しようと

している「有害な作用」は「道に迷って失う時間」であり、後者は「交通事故による被害」といったことが考えられ、このようなコミュニケーションの揺らぎを回避する為にもそれぞれ詳しい説明が必要であろう。

また、「従来の工学的システム」を「カーナビゲーションシステム」、「衝突安全システム」と具体的にしたとしても、「有害な作用」を具体的に設定しない限り、研究で扱う問題は明確に定義されないので同様の混乱が伴う事になるので注意が必要である。

#### 5.4.3 工学的システムについての説明が不十分

分析した研究概要の中には、ある程度の文字数があるにもかかわらず C、D 評価になっているものもある。これらの中には、「工学的システム」の名称に加え、「工学的システム」についての説明や得られた結果に関する説明がある程度なされているものの、「有益な作用」、「有害な作用」の説明が十分になされていない事例が目につく。このような場合、辛うじて研究パターンの判別が可能である事はあるものの、その研究がどのような問題を解決しようとしているのか伝わりにくい。

ちなみに、図 3 にて観察される 900 文字以上であるにもかかわらず C 評価にとどまっている研究概要は、「有益な作用」、「有害な作用」の定義が欠落した「工学的システム」の説明の後、研究を通じて得られた知見を述べただけの内容であった。

#### 5.4.4 研究の作業の説明のみ

C、D 評価になったものには「○○○を用いた×××の測定」といった記述をしている研究概要が目につく。○○○は高度な技術の名称と思われる専門用語である事が多い。「有益な作用」を「×××を測定する」と設定しているのならば、研究類型 1、3 であるが、高度な技術を用いることにより今まで解明できなかったメカニズムを解明することを目的としているのなら研究タイプ 2、4、5 である。このどちらであるかにより、研究の様相は大きく異なってくるため、本来ならば、より詳細な説明が必要であろう。

### 5.5 研究を説明する際に織り込むべき情報要素の提案

これまでの研究概要に関する分析・考察に基づき、研究を説明する際に織り込むべき情報要素を提案すると共にそれを資料 2 に示す。これらの項目は、分野を横断して研究に関するコミュニケーションを行うために最低

限提供されなければならないと考えられる情報要素である。

この情報要素を参照する際には、使用者はまず、自身の研究がどの研究類型に属するかを決定する。そして、それぞれの研究類型において必要な情報要素を埋めていけば、抜け漏れなく研究の概要を整理することが出来るため、少なくとも前節にて指摘されたような問題が発生する事はないはずである。

## 6. おわりに

昨今、社会における問題は複雑化し、単一分野の専門知識のみでの解決は困難となっており、分野横断型の教育プログラムが重視され、イノベーション促進を目指されている。本研究では、筆頭著者を中心として国際交流室が主催する英語論文執筆サポートの参加学生から収集した研究概要を、5つの研究類型に分類することにより分析を行った。そして、工学分野における専門分野を横断した研究に関するコミュニケーションにおける問題点を指摘し、その解決策として研究の説明をする際に織り込むべき情報要素を提案した。

研究概要の分析を担った筆頭著者は機械工学の分野にて学位を取得しており、専門知識の偏りが本稿にて提示された結果へ影響している可能性は完全に否定できない。そこで、今後の課題として、実際に本フォーマットを国際交流室の業務と関連する、英語論文執筆指導、国際学会発表の指導、分野横断型ワークショップのアクティビティにて活用し、本稿にて示した研究類型や情報要素の妥当性を検証していく。

## 注

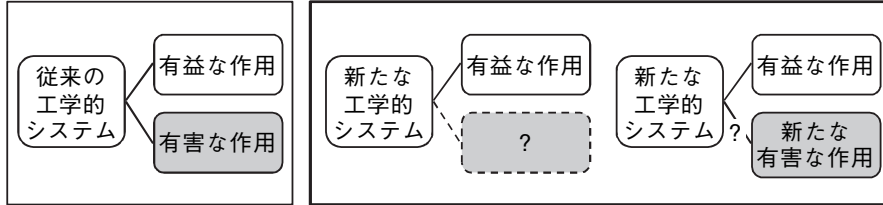
- 1) 2017年度、筆頭著者はNature Masterclass Online trainingを受講した。
- 2) 現在、筆頭著者が認識している研究タイプは5つであるが、もし新たなタイプの存在が指摘された場合にはこれらに関する情報は更新していく所存である。

## 参考文献

- 今井晨介・尾上洋介・宮野公樹・日置尋久・小山田耕二、2017、「異分野融合の促進に資する学術分野の文化比較結果の可視化」『可視化情報学会論文集』37(8): 41-7。
- 河合ゆみ子、2013、『技術系英語プレゼンテーション教本－スピーチ・スライド・発表スキル』日本工業英語協会。
- 工学における教育プログラムに関する検討委員会、1998、『8 大学工学部を中心とした工学における教育プログラムに関する検討』。  
(<http://www.eng.hokudai.ac.jp/jeep/08-10/pdf/pamph01.pdf>, 2017.10.26)
- 佐藤雅昭、2016、『なぜあなたは論文が書けないのか』メディカルレビュー社。
- 田谷正仁・宮崎文夫・白旗慎吾、2006、「学際新領域を先導する 21 世紀基礎工学教育」『工学教育』54(3): 88-91。
- Darrell Mann, 2002, Creax, *Hands-On Systematic Innovation*. (=2014、中川徹監訳・知識創造研究グループ訳、『TRIZ 実用と効用 体系的技術革新』クレスプ研究所。)
- 中田亨、2010、『即効！理系の為の卒業論文術』ブルーバックス。  
名古屋大学工学部工学研究科ウェブサイト。  
(<http://www.engg.nagoya-u.ac.jp/prospective/undergraduate/message.html/>, 2017.10.26)
- 西山聖久・古谷礼子・曾剛・レレイト エマニュエル、2017、「工学分野横断型の論文執筆指導の提案－英語論文執筆指導を通じて把握された課題について－」『名古屋高等教育研究』17: 267-82。
- Nature Masterclass ウェブサイト。  
(<https://masterclasses.nature.com/>, 2017.10.26)
- naturejapanjobs、2014、『昨今の「異分野融合の物神化」を問い、政策論かつ学問論的な理論モデルの構築とそれを踏まえた分野融合実践場の創成に挑む』。  
(<http://www.natureasia.com/ja-jp/jobs/tokushu/detail/322/>, 2017.10.26)
- 森康彦、2004、「大学院理工学教育の改革－慶應義塾大学における試み」『工学教育』52(3): 37-43。
- ユーリ・サラマトフ、2000、『TRIZ シリーズ 5 思想編（超発明術 TRIZ シリーズ）』日経 BP 社。

附属資料 1 5つの研究類型

研究類型 1 新しい技術に挑戦する



「有害な作用」の発生原因はすでに認知されており、「新たな工学的システム」の完成を目指し、そのプロトタイプを作成し、性能を検証する段階にある。(検証するとは、「有益な作用」は求められるレベルで得られるのか、「有害な作用」は低減されるのか、また、「新たな有害な作用」の有無を調査する事とする。)

**研究の背景**

- ・ 人類にとって「有益な作用」を得る為に、「従来の工学的システム」が用いられている。しかし、「従来の工学的システム」は「有害な作用」を発生する。
- ・ 「有害な作用」の発生原因は特定されている(ことになっている)。

**研究の目的**

- ・ その解決策として「新たな工学的システム」を開発したものの求められる性能が得られるのかが定かではない。そこで、その性能を検証する。

**研究の方法**

- ・ 実験装置として「新たな工学的システム」のプロトタイプを作成し、その性能を検証する。

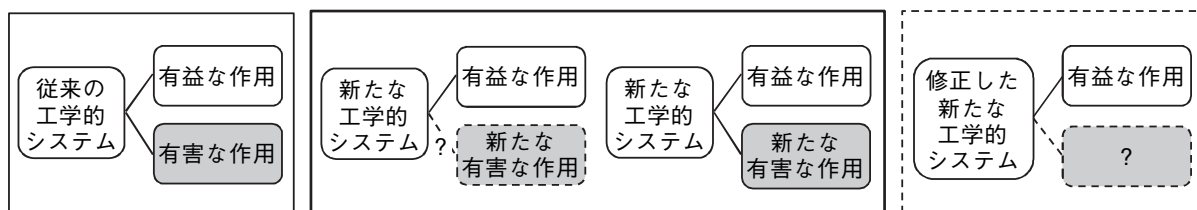
**結果&考察&結論**

- ・ 「有益な作用」は要求されるレベルを満たすと期待される。
- ・ 「従来の工学的システム」から発生していた「有害な作用」は低減された。
- ・ しかし、「新たな有害な作用」が発生していることが確認された。

**今後の課題**

- ・ 検証の結果確認された「新たな有害な作用」の発生メカズムを解明とその解決策を提案する。

## 研究類型 2 新たな課題を解明する



「新たな工学的システム」のプロトタイプを作成し検証した結果、「新たな有害な作用」の存在が判明し、その発生メカニズムを解明する事を目指している。

### 研究の背景

- ・ 人類にとって「有益な作用」を得る為に、「従来の工学的システム」が用いられている。しかし、「従来の工学的システム」は「有害な作用」を発生する。
- ・ 「有害な作用」の発生メカニズムはすでに解明されている。

### 研究の目的

- ・ 「新たな工学的システム」その解決策として開発されたものの、「新たな有害な作用」が発生する事が判明した。そして、その発生メカニズムは未だ解明されていない。そこでこの「新たな有害な作用」の発生メカニズムを解明し、「修正した新たな工学的システム」を提案する事が研究の目的である。

### 研究の方法

- ・ 「新たな有害な作用」の発生メカニズムを解明するための仮説を立て、特別な実験装置等を用いてそれを実証する。

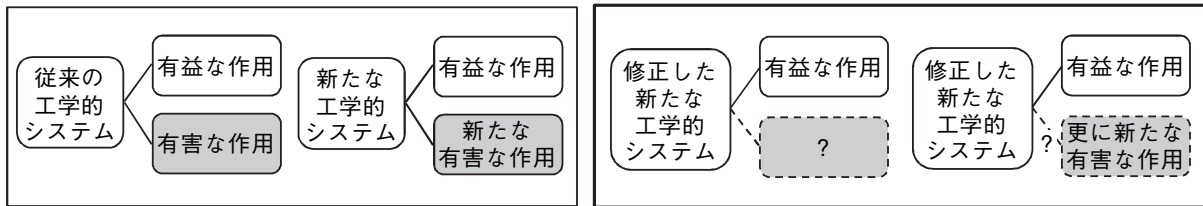
### 結果&考察&結論

- ・ 「新たな有害な作用」の発生メカニズムを解明した。
- ・ 「修正した新たな工学的システム」を提案した。

### 今後の課題

- ・ 「修正した新たな工学的システム」を検証する。

研究類型 3 新しい技術を更に進化させる



「新たな有害な作用」の解決策として考案された「更に新たな工学的システム」の検証を行う段階にある。

**研究の背景**

- ・ 人類にとって「有益な作用」を得る為に、「従来の工学的システム」が用いられている。しかし、「従来の工学的システム」は「有害な作用」を発生する。
- ・ その解決策として提案された「新たな工学的システム」の検証が行われたが、「新たな有害な作用」が発生する事が判明した。
- ・ 新たな有害な作用の発生原因は特定されている（ことになっている）。

**研究の目的**

- ・ その解決策として「修正した新たな工学的システム」を開発したものの、それが求められる性能が得られるのかが定かではない。そこで、その性能を検証する。

**研究の方法**

- ・ 実験装置として「修正した新たな工学的システム」のプロトタイプを作成し、その性能を検証する。

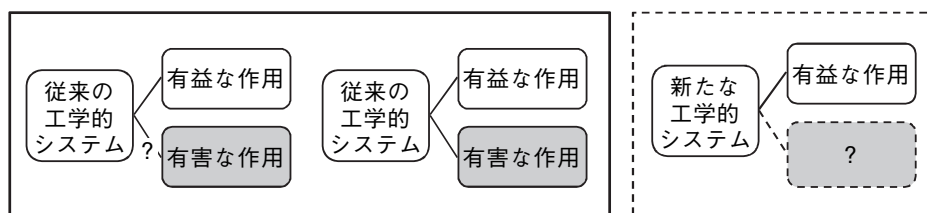
**結果&考察&結論**

- ・ 修正した「新たな工学的システム」から得られる「有益な作用」は要求されるレベルを満たす。
- ・ 「新たな有害な作用」は低減された。
- ・ 今後の課題として「更に新たな有害な作用」が発生した。

**今後の課題**

- ・ 「更に新たな有害な作用」の発生メカニズムの解明とその解決策を提案する。

## 研究類型 4 長期に渡る技術課題を解明する



「従来の工学的システム」から発生する「有害な作用」の発生メカニズムが長年にわたり解明されていなかった。しかし、近年の技術の発達等により、これまで不明とされてきたメカニズムの解明の可能性が出ていた。そこで、その「有害な作用」のメカニズムを解明し、新たな工学的システムを提案する事を目指している。

### 研究の背景

- ・ 人類にとって「有益な作用」を得る為に、「従来の工学的システム」が用いられている。しかし、「従来の工学的システム」は「有害な作用」を発生する。
- ・ この「有害な作用」の発生メカニズムが長年解明されていなかったが技術の発展等により、「有害な作用」のメカニズムの解明の目途が立ってきている。

### 研究の目的

- ・ 「有害な作用」のメカニズムを解明する
- ・ 「新たな工学的システム」を提案する

### 研究の方法

- ・ 「有害な作用」の発生メカニズムを解明するための仮説を立て、特別な実験装置等を用いてそれを実証する。

### 結果&考察&結論

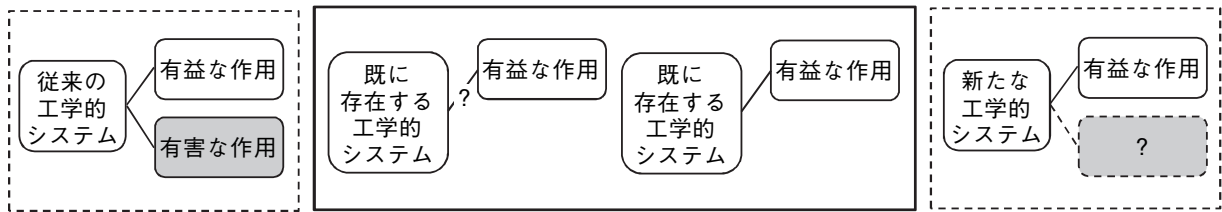
- ・ 「有害な作用」の発生メカニズムを解明した。
- ・ 「新たな工学的システム」を提案した。

### 今後の課題

- ・ 「新たな工学的システム」を検証する。



研究類型 5 既存の成功事例を調査する



例えば、自然界に既に存在しており「有益な作用」を発生することが知られているが、その発生メカニズムが解明されておらず、そのメカニズムを解明し、「新たな工学的システム」に応用する事を目指している。このタイプの研究では、応用される工学的システムが明確に決定している場合もあるが、何に応用するかを決定しない状態で実施される事が多い。特にこのタイプは化学、生物の分野に多く、都市計画等の成功事例の研究も含まれる。

**研究の背景**

- ・ 人類にとって「有益な作用」を得る為に、「従来の工学的システム」が用いられている。しかし、「従来の工学的システム」は「有害な作用」を発生する。
- ・ 「既に存在するシステム」（例えば自然界に存在するシステムや既に別の分野で活用されているシステム）は「有益な作用」を発生することで知られている。
- ・ しかし、「有益な作用」の発生メカニズムが解明されていない。

**研究の目的**

- ・ 「有益な作用」の発生メカニズムを解明する。
- ・ その知見を応用した「新たな工学的システム」を提案する。

**研究の方法**

- ・ 「有益な作用」の発生メカニズムを解明するための仮説を立て、特別な実験装置等を用いてそれを実証する。

**結果&考察&結論**

- ・ 「有益な作用」の発生メカニズムを解明した
- ・ 「修正した新たな工学的システム」を提案した。

**今後の課題**

- ・ 解明しきれなかった「有益な作用」の発生メカニズムを解明する。
- ・ 「新たな工学的システム」を検証する。

附属資料2 研究概要に必要な情報要素

	◎必須 ○必要に応じて △詳細を説明する時	研究タイプ				
		1	2	3	4	5
1	「従来の工学的システム」(現在、広く用いられている方法)の名称 (名称がない場合はつける)	◎	◎	◎	◎	○
2	「従来の工学的システム」についての説明	○	○	○	○	○
3	研究の対象としている「工学的システム (従来の工学的システム、新たな工学的システム、修正した新たな工学的システム)」の「有益な作用」	◎	◎	◎	◎	◎
4	「有益な作用」が必要とされている理由	○	○	○	○	○
5	「従来の工学的システム」から発生する「有害な作用」	◎	◎	◎	◎	○
6	「有害な作用」が有害とされる理由	○	○	○	○	○
7	「有害な作用」の発生メカニズムを解明した方法	△	△	△	◎	△
8	「有害な作用」の発生メカニズム	△	△	△	◎	△
9	「既に存在する工学的システム」の名称 (名称がない場合はつける)					◎
10	「既に存在する工学的システム」についての説明					◎
11	「既に存在する工学的システム」から「有益な作用」が発生するメカニズムを解明した方法					◎
12	「既に存在する工学的システム」から「有益な作用」が発生するメカニズム					◎
13	「既に存在する工学的システム」から「有益な作用」が発生するメカニズムを応用することにより実現が可能となる「新たな工学的システム」の名称 (名称がない場合はつける)					○
14	「有害な作用」の発生を防ぐ「新たな工学的システム」の名称 (名称がない場合はつける)	◎	◎	◎	○	
15	「新たな工学的システム」の提案に至った背景についての説明	△	△	△	△	△
16	「新たな工学的システム」についての説明	○	○	○	○	○

工学系論文における研究類型別情報要素の提案

17	「新たな工学的なシステム」の効果を検証した方法	◎	△	△		
18	「新たな工学的システム」を検証した結果（今後の課題とされた「新たな有害な作用」や「有益な作用」が十分に得られなかった等）	○	◎	◎		
19	「新たな有害な作用」が有害とされる理由	○	○	○		
20	「新たな有害な作用」の発生メカニズムを解明した方法		◎	△		
21	「新たな有害な作用」の発生メカニズム		◎	△		
22	「新たな有害な作用」の発生を防ぐ「修正した新たな工学的システム」の名称（名称がない場合はつける）		○	◎		
23	「修正した新たな工学的システム」の提案に至った背景についての説明		△	△		
24	「修正した新たな工学的システム」についての説明		○	○		
25	「修正した新たな工学的システム」の効果を検証した方法			◎		
26	「修正した新たな工学的システム」を検証した結果（今後の課題とされた「残された有害な作用」や「有益な作用」が十分に得られなかった等）			◎		
27	「修正した新たな工学的システム」から発生した「残された有害な作用」が有害である理由			○		