



項目をクリックすることで当該記事に進みます

## 寄稿

### Trans-disciplinarity(TD) という考え方

特定非営利活動法人横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合)  
会長 安岡善文氏

## 目次

### I センター情報

#### 1. SICシステム人交流会～デジタルからシステムへ～ 開催案内

開催日時: 8月26日(土) 13:00-18:30 (対面にて開催)

場所: 新宿住友ビル 47F 新宿住友スカイルーム

参加対象者: これまでのSIC人財育成協議会主催各種研修講座参加者、SIC会員

#### 2. SIC学術協議会特別講義第6回「制御システムセキュリティとその技術変遷」(7・18)開催報告

### II 活動報告

#### 1. 会合予定

##### ① 2023年度第2回SICフォーラム開催案内(8月8日(火)15:00-16:30)(会員限定・オンライン開催)

【タイトル】「エネルギーの分散化が創出する地域の産業革命

～融合するネットワークシステムと第4次産業革命の姿～」

【講師】 岡本 浩氏 (東京電力パワーグリッド株式会社 取締役副社長・SIC理事)

##### ② 第16回SIC戦略フォーラム開催案内(8月22日(火)11:00-12:00)(会員限定・オンライン開催)

【タイトル】「システム障害事例の分析と考察

～IPA『情報処理システム高信頼化教訓集(IT サービス編)』の取組から～」

【講師】 山下 博之氏 (独立行政法人情報処理推進機構(IPA)デジタル社会基盤センター  
専門委員)

#### 2. 会合報告

##### ① 2023. 7. 12 2023年度第7回実行委員会開催報告

### III 正会員一覧

## 1. はじめに

近年、学界の中で Trans-disciplinarity(TD)または Trans-disciplinary(TD)研究という言葉が聞かれるようになりました。ここ30年ほどのことです。社会と協働して様々な社会的課題に取り組む科学技術の研究活動を TD 研究と呼びます。学界内部での様々な学問分野が連携して課題に対処する活動を Inter-disciplinary(ID)研究と呼んできましたが、TD 研究は学界内のみの連携ではなく、学界の壁を超えて、科学技術が社会と直接連携して課題の解決を目指すものです。

地球規模での温暖化や気候変動、また生物多様性の減少など我々の日常生活を脅かす現象が顕在化しています。これらの現象は、それ自身の原因から結果に至る過程が複雑であるばかりでなく、その過程が我々の日常生活と密接に結びついているために解決策が簡単に見つからず wicked problems とも呼ばれてきました。現象が複雑ですから、様々な学問分野を横に繋ぐこと(ID 研究)が求められますが、ただ、それだけでは不十分です。その解決に向けては、新たな科学技術を展開するとともに、我々の生活や社会の仕組みを変え、さらに、我々の考え方自身を変えなければなりません。科学技術が社会と連携して課題を解決すること(TD 研究)が求められる所以です。

ただ、TD 研究としての具体的方法論はどのようなものか、その課題は何か、となるとその明確な答えはまだ見つかっていません。これまで学界(アカデミア)の中で閉じて研究を進めてきた研究者にとっては未知の領域に踏み込んだといっても過言ではないでしょう。本稿では、TD 研究の考え方や現状、その課題を紹介したいと思います。特に、筆者が関係してきた国際的な科学研究プログラムである Future Earth(FE)と、日本の国際連携研究プログラムである SATREPS を例に挙げ、両プログラムにおける TD 研究としての特性を掘り下げます。なお、これらのプログラムは、環境や防災、健康といった広範な課題を対象としていますが、ここでは地球規模での気候変動に関する研究に焦点を合わせて紹介します。

## 2. 気候変動分野における TD 研究

私が原稿を書いている2023年7月17日(月)、日本では32都道府県で熱中症警戒アラートが発出されました。最高気温35℃以上の猛暑日が日本全域に広がっており、実際、6月末から日本の各地で40℃に近い最高気温が観測されるようになりました。これは日本だけに限ったものではありません。ヨーロッパでは、BBC によれば、イタリア南部で46℃を記録し、さらにこの高温が10日ほど続くとの予報です。アメリカでの熱波(heat wave)による最高気温の継続日はこれまでの最高を記録し、同じ7月17日にはラスベガスで47.6℃を記録しました。気温が高くなるという現象にとどまっていません。世界各地で洪水、森林火災などの災害が頻発しています。昨年、今年と続いた日本における線状降水帯による豪雨災害も、もはや一時的な現象とは考え難いと思います。

では、その原因はどこにあるのでしょうか？この問いに対する答えも明らかになりつつあります。「人間の影響が、大気、海洋、および陸域を温暖化させてきたことは疑う余地がない」。昨年発表された IPCC(International Panel for Climate Change;気候変動に関する政府間パネル)の第6次報告書の第1ワーキンググループ報告書(IPCC AR6 WG-1)では気候変動における人間活動による影響をこう表現しました<sup>(1)</sup>。1995年に発表された第2次報告書では「証拠を比較した結果、識別可能な人為的影響が全球の気候に現れていることが示唆される」、こう表現されています。1988年に IPCC が開始されて以来の気候変動の原因についての表現の差は、勿論、現実の気

候変化が顕著になっているということにもよりますが、その間の気候変動に関する観測やモデル・シミュレーション技術の進展によるものである、そう云っても差し支えないでしょう。

気候変動に関わる研究者は、人間活動を考慮した場合と、自然現象のみを考えた場合の気候変動の評価と予測から、気候変動における人間活動の影響を評価することを行ってきました。図1には同じ IPCC 第6次報告書 (IPCC AR6 WG1) に掲載された予測・評価の結果を示しました<sup>(1)</sup>。自然現象のみを考えた場合の予測と、人間活動を加味して予測した場合の差が明確になっていることが分かります。上記の第6次の IPCC 評価報告書の表現はこの予測結果を受けたものとなっています。

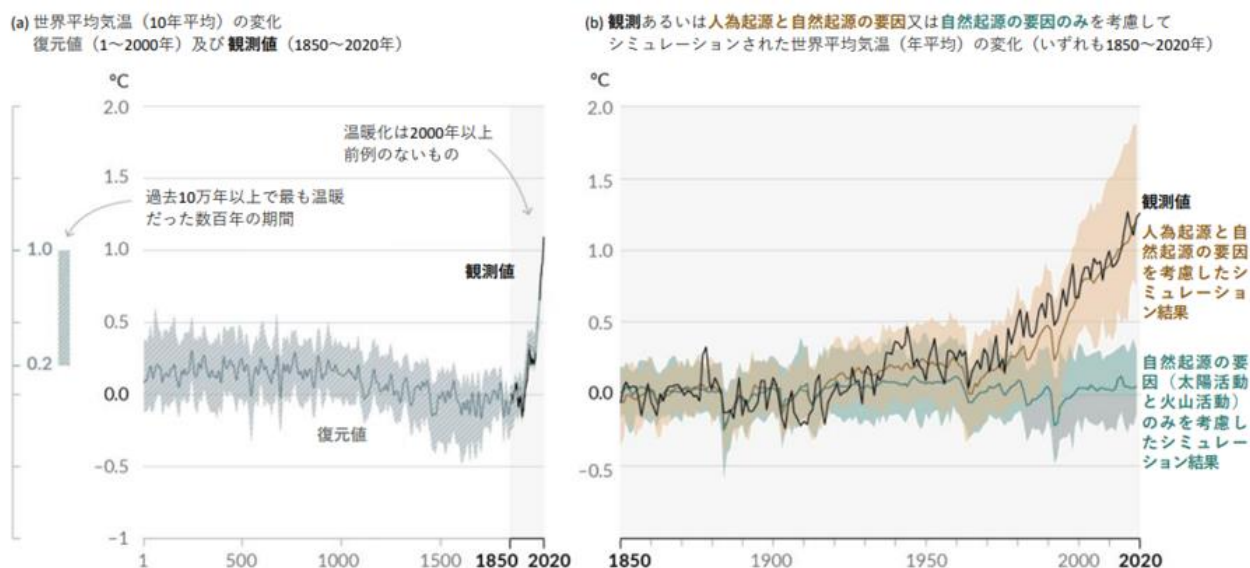


図1 世界の気温変化とその要因の分析結果(IPCC AR6 WG1)

人間・社会の活動が地球システムに影響を与え、それによって変化した地球システムが、逆に、人間・社会に予期せぬ影響を与え始めた、それが明らかになりつつあるのです。

では、人間活動が主たる原因と分かるとすれば、地球規模での温暖化や気候変動にどう対処すればよいのでしょうか。まずは、温暖化によるヒトの健康や生態系への影響、また激甚化する災害への都市や農林水産業における影響を評価して、その適応策を講じなければなりません(気候変動適応策)。また、化石燃料の使用を抑制するための社会の変革、人々の行動変容を促して、人為起源の温室効果ガス排出を緩和しなければなりません(温室効果ガス排出緩和策)。個別の対策技術開発も急ぎますが、技術適用の最適化や産業構造の転換も求められます。短期間のうちに限られた予算で実現しなければなりません。しかも地球的な規模です。TD 研究の塊といっても良いかもしれません。

IPCC では第1WG～第3WG それぞれが下記の分担で報告書を作成しており、それらをまとめた統合報告書が作成されています。詳細はこちらを参照ください。

- @ WG1: 自然科学的根拠 (Climate Change 2021:The Physical Science Basis)
- @ WG2: 影響・適応・脆弱性 (Climate Change 2022: Impact, Adaptation and Vulnerability)
- @ WG3: 気候変動の緩和 (Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change)
- @ 統合報告書

Inter-disciplinary は“学際”と訳されていますが、Trans-disciplinary はまだ訳語が定まっていません。“超学際”という訳語も使われていますが、まだ確定しておらず、ここでは、TD という言葉を使用することにします。

IPCC 報告書は、WG1～WG3 のいずれの分野においても、科学技術分野で公表されている査読論文に基づいて書かれており、執筆者は科学者です。WG1 の報告書は先に示したように、気候変動現象の自然科学的側面を抽出していますが、WG2 や WG3 では社会との接点が主題になりますから、人文社会科学の学術論文も多く引用されています<sup>(2)(3)</sup>。

科学技術が明らかにした客観的事実に基づいて各国政府が今後の気候変動政策を決める、という構造は大変望ましいものですが、それだけ科学技術の責任が重くなっていることの証でもあります。

### 3. TD 研究とは何か？

主題の TD 研究に戻ります。科学技術の分野における Trans という言葉は、1970年代に A. M. Weinberg によって提唱されていた Trans-science に原点があると考えられます。Weinberg は、Trans-science を「科学の言葉で記述できるが、科学には答を出すことができない課題群(questions)」として提起しています<sup>(4)</sup>。核物理学研究で有名な Oak Ridge National Laboratory の所長であった彼は、低レベル放射線の生物影響の評価や、発生確立の極めて低い事象への対策を考える際の考え方として Trans-science という考え方を導入しました。科学的な知識のみでは解決できない社会的な課題にどう対処するか、という広い文脈の中で提起した概念で、それ以降の科学と社会の連携の考え方に大きな影響を与えました。ただ、Weinberg は Trans-science を課題群(もしくは領域群)として定義していますが、課題群の解決方法までは示していません。TD 研究の役割はこの解決策を探ることにあるといえます。

冒頭に紹介した地球規模での気候変動に伴う森林火災や風水害を目の当たりにすると、2050年に人類が健全で快適な生活を送っているためには早急に人為起源の温室効果ガスの削減対策を取らなくてはなりません。このためには科学のみならず工学、技術そして人文社会科学が総力を挙げて取り組まなければならないことは明らかです。ただ、それだけでは不十分です。温室効果ガスの早期削減には、我々の生活自身を抑制するように社会の仕組みを変えなければなりません。科学技術が社会と連携して課題に対応する努力が求められます。Weinberg が踏み込まなかった具体的な研究方策を TD 研究で探さなければなりません。

TD 研究が求められる背景をもう少し遡って考えてみたいと思います。2千数百年前の古代ギリシャの時代に起源をもつ科学技術がこれまで多大な恩恵を人類に与えてきたことは間違いありません。しかしながら17世紀からの科学技術の爆発的展開により、その恩恵が拡大するとともに、科学技術の細分化が進みました。その歴史については既に多くの論文も発表されておりここでは繰り返しません。今から65年前、政治学者の丸山眞夫は著書「思想のあり方について」(1957年)<sup>(5)</sup>の中で、文化や学問を“ササラ型”と“タコつぼ型”に類型化して、日本のそれが“タコつぼ型”であると表現しました。“ササラ”は、竹の先をいくつにも割った道具で、鍋などを洗う台所道具です。根が一つで先が枝分かれている形状を、もともとギリシャ時代には共通の一つの学問分野であったものが、近代になって専門化、独立化して枝分かれた状況に譬えました。図2はその変化を模式的に示しています。

実際、ヨーロッパでは、ギリシャ時代には哲学も天文学も音楽も美学も一つの学問として扱われていました。17世紀以降の科学技術の飛躍的な発展で、学問の細分化が起きて枝分かれることになったものの、ヨーロッパでは根が共通であった時代を共有していたために、今でも共通の根を忘れることはない、と述べています。一方、日本では、近代科学技術が導入された19世紀には、既にヨーロッパにおいて既にタコつぼ化が進行した段階にあったために、ササラの共通の根を切り捨てた状態、すなわち“タコつぼ型”の状態です。学問を取り入れてしまった、ということです。“タコつぼ型”では共通の基盤や言語が無いために互いのコミュニケーションも容易ではない、このようにも記述しています。

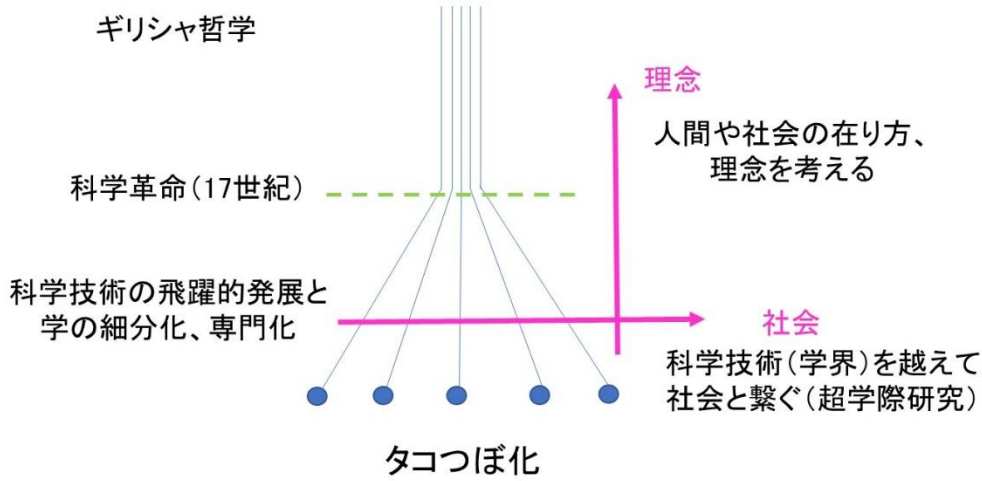


図2 ササラ型とタコつぼ型の科学技術<sup>(6)</sup>

社会の抱える課題が小さい時には、“ササラ型”の枝分かれした一つ、“タコつぼ型”の一つの科学や技術で、その課題が解決できたのだと思います。しかし、地球規模での温暖化や生物多様性の減少といった課題はあまりに複雑で一つの分野の学問で解決できるものではありません。自然科学や人文社会科学が総出で解決しなければならない課題といっても過言ではないでしょう。分かれてしまったササラの枝やタコつぼを如何に束ねるか、現代の科学技術に問われた責務と言えます。TD 研究はその一つの試みといえるでしょう<sup>(6)</sup>。

私が、現在、会長を務める横断型基幹科学技術研究団体連合(横幹連合)は20年前の発足時にその英語名称に Trans-disciplinary を冠しました。様々な分野に枝分かれした科学技術(特に工学)を横に貫き社会的課題を解決するという意でこの名称を用いたと理解しています。今年、発足20年を迎えることから、その考え方を明確にするために、その理念を図化した“横幹図”を改定し、“新横幹図”として、科学技術を社会に繋げるという姿勢を明示しました(図3)。図3において、その右側に Society5.0 や SDGs を挙げ、横幹科学技術の出口を明確にしています。発足当時から、枝分かれした科学技術を束ねるためにはシステム思考、システム科学が不可欠ということを謳ってきましたが、その具体的な社会への連携先を示した図となっています。

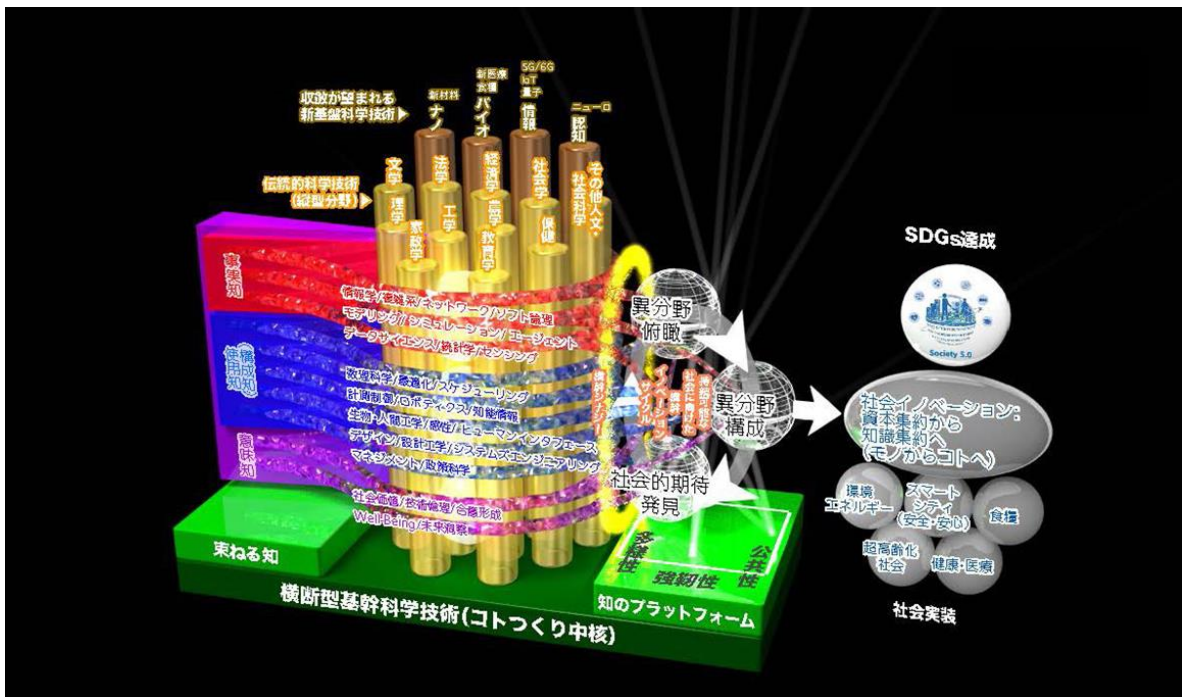


図3 新横幹図(横幹連合)

ここまでの話では、TD は単なる理念を表していると思われるかもしれませんが。実際には、具体的な研究プログラムとしても社会との連携を模索する TD 研究が始められています。ここでは、その具体例として、国際研究プログラムである Future Earth(FE)と、日本独自の地球規模課題対応国際共同プログラム(SATREPS)を紹介します。

## 4. FE と SATREPS

### (1) Future Earth

FE は、持続可能な社会への転換をめざす国際的研究プラットフォームです。それまで個別分野で実施されていた国際科学研究プログラムである地球圏/生物圏国際共同研究計画(IGBP)、生物多様性科学国際共同研究計画(DIVERSITAS)、地球環境変化の人的側面に関する国際研究計画(IHDP)などのプログラムを2015年に FE プログラムとして統合改組しました。FE は、「学界を越えて社会と繋がる」という TD アプローチを志向し、産業界や官界を含む社会の様々なセクターとの連携が試みられています<sup>(7)</sup>。

FE では、発足当初から研究の計画、実施に際して、学界外からも関与者(ステークホルダーと呼ばれる)の参加を求め、研究開始当初から連携して研究の協働設計を行い(co-design)、研究を協働実施(co-production)し、さらにその成果を社会に発信、還元すること(co-delivery)が求められています。FE の中核的活動の一つである KAN (Knowledge Action Networks)は学界、政策、企業、また社会を繋ぐネットワークとして構成されており、これまで Systems of Sustainable Consumption and Production、Water-Energy-Food-Nexus など8つの分野別ネットワークが立ち上げられました。日本は世界に9つある国際事務局ハブの一つを分担するとともに、日本学術会議や科学技術振興機構/社会技術研究開発センター(JST/RISTEX)などが研究の支援を行っています。

### (2) SATREPS

SATREPS(地球規模課題対応国際科学技術協力; Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development)は、日本の国際協力機構(JICA)と科学技術振興機構(JST)の2つの組織が連携する事業として2008年に開始されました。SATREPS は、日本の科学技術を外交に利用する、また外交を科学技術の推進に役立てるという科学技術外交施策の一環として立ち上げられたものです<sup>(8)</sup>。日本と発展途上国の研究者が共同して、

- ・相手国の固有の社会的課題を同定し、
- ・日本で開発された科学技術を発展させることにより課題の解決に取り組み、
- ・その科学技術を相手国に社会実装することで持続的な課題の解決を目指す

ことを目的としています。TD 研究プログラムの具体例の一つといえるでしょう。環境、エネルギー(カーボンニュートラル)、生物資源、防災、感染症の5分野で研究が開始され、現在、アジア、アフリカ、ラテンアメリカの55ヶ国以上の国において174プロジェクトが展開されています。

SATREPS では、新たな科学技術を開発することのみならず、その成果を相手国へ社会実装することにより課題解決を図ることが指向されており、相手国の行政機関や事業実施機関などその国での社会実装に必要なステークホルダーが研究計画の段階からメンバーに組み込まれることが特徴の一つといえます(その仕組みは後述)。日本の科学技術を発展的かつ持続的に相手国に社会実装することをゴールとするユニークなプログラムといえます。

FE や SATREPS などの社会的課題を地球規模で解決するための科学技術プログラムが国内外においてほぼ同時期に開始されたことは決して偶然ではありません。「社会のための科学、社会における科学」を地球的規模で実践する必要に迫られているという現実があるからだと思います。

## 5. 具体的な課題と研究の方法論は？

TD 研究にはまだ定まった公式的方法論はありません。FE や SATREPS においても、課題ごと、対象地域ごとに

様々な方法論が試されているのが実情です。関与するステークホルダーによってもその方法論は異なるでしょう。

ただ、これらのプログラムにおいて、社会と連携して研究を展開するうえで留意すべき知見が蓄積されつつあることも事実です。ここでは、筆者が関係してきた FE や SATREPS プログラム、また横幹活動においての様々な事例から、その方法における特徴や留意すべき点を、五月雨式にはありませんが、列挙してみたいと思います。理論的考察に基づいたものではなく、定式化が行われていないことはご了承ください。

### (1) 課題設定の明確化

全ての研究において研究課題の設定は最初に行う重要な手順です。FE プログラムにおいても SATREPS プログラムにおいても、研究者がどのような目標設定をしているか、目標(ゴール)に向けてどのような道筋を描いているか、は最も重要な評価のポイントになります。特に、これまで社会との接点、社会的課題との接点が少なかった研究者にとって、社会的課題を解決するための研究という視点での課題設定は容易ではありません。研究者の世界観、価値観、倫理観が問われることになります。FE においても SATREPS においてもそれらの視点が評価されこれまでの課題が採択されてきました。具体的な課題については前章でも紹介しましたのでここでは紹介しません。

研究者が参考にできる課題例としては、SDGsの17ゴール、169ターゲットが挙げられます。SDGsは科学技術や学術の世界に限ったプログラムではなく、これから先の世界をどう持続可能に作っていくか、というより一般的な視点から作られたものです。ただ、これらの中には FE や SATREPS と共通の課題も多く、社会との接点の少なかった研究者にとっては世界観を拓げる上で参考になるように思います。

### (2) ステークホルダーの選択

科学技術の成果を社会実装する際に、まず留意しなければならないのは、社会を代表する具体的な関与者(ステークホルダー)を特定することです。社会という概念自身が必ずしも定義されたものではないため、社会のどのような組織を、また、どのような人を対象として協働するかを特定することは容易ではありません。FE プログラムでは、初期設計報告書において、ステークホルダーを、学術研究(学界)、研究助成機関、政府機関(中央政府、地方政府の各レベル)、開発グループ(例えば世界銀行など)、実業・産業界、市民社会、メディアの8グループにカテゴリー化していますが、どのカテゴリーのステークホルダーをどう選び、いつ選ぶかは重要な課題として挙げていますが、その方法論は示していません。JST/RISTEX が日本の FE プログラムへのファンディングを行った際には、その評価基準の一つにステークホルダー選考が十分に検討されているかを挙げて選考しました。採択後の評価においてもステークホルダーとの連携が重要項目となっています。

SATREPS では、全プログラムにおいて最初の 1 年間は FS 期間として設定され、この期間内に Joint Coordination Committee(JCC;協働委員会)の設置が義務付けられています。JCC には、相手国において課題を解決し、成果を社会に実装するために必要と想定されるステークホルダーを参加させることが求められ、研究の co-design、co-production、co-delivery の設計を、研究者とステークホルダーが最初から共同で行わなければなりません。最終的な実装の姿を相手国のステークホルダーに理解してもらい、そこに至る道筋を説明することが研究者に求められます。JCC の仕組みは、TD 研究を成功させる一つの重要な鍵であり、研究者を社会と結びつける有効な仕組みとなっています。日本の研究者、特に自然科学を専門としてきた研究者は、これまで社会のステークホルダーと直接話をする経験が少なかったこともあり、発足当初は JCC への対応がかなりの負担になっていたようです。しかしながら、筆者が関係したプロジェクトでは、JCC が TD 研究を推進するうえでの有効な仕組みとなっていたことは間違いありません。

### (3) 社会実装における目標の明確化

産業界では成果の社会実装という顧客の満足度という評価基準が挙げられ、ある程度の共通認識があったのではないかと思います。しかしながら学界においては研究成果をどう社会に実装するかという視点はこれまで研究評価の対象となっていなかった。このために、研究成果の社会実装とは何をどうすることか、が研究を計画す

るなかで明確になっていなかったと思います。

FE や SATREPS プログラムでは、研究の開始時点からステークホルダーが参画することによって、成果の社会実装の姿を明確にすることが求められ、このことにより、バックキャスト的に研究の実施項目も定められることとなります。研究分担者も個別研究課題がどう統合されて社会実装に結びつくかの道筋を共有することで、どの時点で何を成果として出すか、が明確になるのではないかと考えています。

#### (4) システムとしての最適化

研究に限らずプロジェクトは期限内に決められた予算で目的を達成することが求められます。特に、社会実装という目標が立てられたプロジェクトではその制約は大きいと言わざるを得ません。例えば、気候変動対策では2050年までのどの時点でどのような技術を導入して、カーボンニュートラルを実現するか、限られた予算の中で最適化することが求められます。ここではプロジェクト成果の最大化に向けたシステム思考が不可欠でしょう。残念ながらこれまで研究プロジェクトではこの視点が乏しかったのではないのでしょうか。研究の成果を社会に実装するTD研究では、最後の実装に向けた最適な道筋をシステムとして描く努力が求められます。

#### (5) Customize と Commonize

TD研究が科学技術を社会に繋ぐ一つの方策であることを紹介しました。ここで注意すべき点があります。社会は一つではありません。一つの方法をある地域の社会に実装したとして、その方法を他の同じ課題を抱える地域に横展開することを考えると、自然環境が異なり社会システムが異なる地域に全く同じ方法を外挿することはできません。

多くの場合、研究はある特定の地域を対象として始められますが、一つの地域や国において開発されてきた方法論を他の国や他の大陸に展開するためには工夫が必要になります。SATREPS や FE のプロジェクトを支援する中で、筆者は研究のカスタマイズ(customize)とコモナイズ(commonize)による研究の横展開を提唱してきました<sup>(6)</sup>。一つの地域で行われた研究の中で、どの部分がその地域に特化した方法で、どの部分が他の地域にも共通して展開できる方法か、を明示するというものです。例えば、全球規模での気候変動モデルを開発した場合には基本的にコモナイズされた方法論になります。しかしながら、ある特別な地形の場所にそれを適用しようとする場合には、その地域にカスタマイズすることが必要になります。コモナイズされた方法論を世界で共有するとともに、カスタマイズの方法論やその知見をデータベースとして集約化して共有することが、個別の地域で開発された手法を世界に展開する一つの方法になると考えています。

## 6. まとめ —TD研究の今後—

科学技術を社会的課題の解決に向けて実装するという社会からの要請と、それに呼応した学界の新たな動きは、この20年ほどの間で大きなうねりとなっています。ここでTD研究の具体例として紹介したFuture Earth や SATREPS などのプログラムはいずれもこの20年ほどの間に発足しました。地球規模での気候や環境の変動による影響が深刻さを増し、その対策の緊急性に世界が気づき始めた証なのでしょう。科学技術は総力を挙げてこれらの wicked problems に取り組まなければなりません。TD研究の意義はそこにあります。

ただ、同時に、忘れてはならないことがあります。基礎研究の重要性です。温室効果気体に関する初めての論文をJ.ティンダルが出版したのは1861年で、今から160年ほど前になります。大気中のCO<sub>2</sub>が気温上昇を引起すことを示した論文をS. アレニウスが発表したのは1896年です。いずれも純粋に科学的な興味からの研究でした。その後も新たな科学的知見を求めて多くの論文が発表されています。過去に得られたこれらの知見無くしては、現在の地球温暖化、気候変動に取り組むことができません。2050年に持続可能で快適な世界を実現するためには、今、研究者の自発的興味に基づく基礎的研究と、社会とともに拓くTD研究の両方を推進することが必要です。さらに加えれば、我々の社会がいかにあるべきかを考える研究も必要なのではないかと思っています。



## 参考文献

- (1) 政策決定者向け要約(SPM), IPCC 第6次報告書第一作業部会(WG1)報告書(気象庁による仮訳)2022.
- (2) 政策決定者向け要約(SPM), IPCC 第6次報告書第二作業部会(WG2)報告書(環境省による確定訳)2023.
- (3) 政策決定者向け要約(SPM), IPCC 第6次報告書第三作業部会(WG3)報告書(経済産業省による仮訳)2022.
- (4) A. M. Weinberg: Science and Trans-Science, Minerva 10(2), 209-222 1974.
- (5) 丸山眞男:日本の思想, 岩波新書, 1961.
- (6) 安岡善文:リモートセンシングを社会に繋ぐ, 日本リモートセンシング学会誌, Vol.41(2)(創立40周年記念特集号), 91-98 2021.
- (7) <https://japan.futureearth.org/>
- (8) 小西淳文:地球のために, 未来のために SATREPS Vol.1, Vol.2, 丸善出版, 2015.

## 著者プロフィール

安岡善文(やすおか よしふみ)氏 東京大学名誉教授

1975年東京大学大学院工学系研究科計数工学専攻博士課程修了、工学博士。

国立環境研究所総合解析部総合評価研究室長、同地球環境研究センター総括研究管理官などを経て、1998年東京大学生産技術研究所教授、2007-2011年国立環境研究所理事、2013-2016年情報システム研究機構監事、2016-2018年千葉大学環境リモートセンシング研究センター長。

この間、地球フロンティア研究システム生態系変動領域長、科学技術振興機構(JST)研究主幹、国際環境研究協会研究主監などを兼務。専門は環境計測、特に、宇宙からの環境リモートセンシング。

(2023年7月25日原稿受領)

# I センター情報

## 1. SICシステム人交流会～デジタルからシステムへ～ 開催案内 主催：SIC人財育成協議会

### 開催の背景と目的

このたび、SIC設立(2019年1月)当初から継続して実施してきました人財育成協議会主催の各種研修講座の参加者、及びSIC会員企業の皆様方を対象として「システム人交流会」を開催します。

「システム人」とは、SICが主催する各種研修講座に参加された方の総称です。縦割り社会の中で横串を刺し、真の「システム化」を実現する仲間として定義しています。

システム化の活動は、「システム思考」、「システム構築」、「システム運用」から構成されますが、これらを意識して、システムによるイノベーションを確固たるものにするためには、多くの方々の志を一つにする必要があります。そのためにはシステム化の活動に対するモチベーションの向上、参加者同士の人的チャネルの構築などのもとより大切な要素であります。人間同士のコミュニケーション力が求められます。

コロナ禍を乗り越えつつある状況のもと、対面のイベントの重要性を再認識し開催することにしました。

会場は十分な広さがあります。キーノート講演のスピーカには肩の凝らない内容をお願いしています。システム人相互の交流、あるいは、システム人とSIC会員との交流の機会としてご参加ください。

日時 2023年8月26日(土) 13:00-18:30 (対面にて開催)

場所 新宿住友ビル 47F 新宿住友スカイルーム 新宿区西新宿「新宿住友ビル三角広場」隣接

<https://www.bellesalle.co.jp/shisetsu/shinjuku/sankaku/>

参加対象者 これまでのSIC人財育成協議会主催各種研修講座参加者(招待状送付)、SIC会員

参加費 上記招待状受領者は無料。その他SIC会員は懇親会費 2,000 円

参加申込み SICイベント参加登録ページ( <https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html> )  
内の「第1回SICシステム人交流会」の項よりお願いします

### キーノート講演 ①

「危機の歴史とナラティブ  
：面白さと怖さ」

名古屋市立大学大学院  
経済学研究科教授 横山 和輝 氏

#### 講演概要

今年1923年の関東大震災から100年。関東大震災は、当時の金融不安に追い打ちをかけ、1927年金融恐慌の遠因となりました。金融恐慌をはじめ、歴史上の金融危機にはナラティブ(人々が噂するあらすじ)の側面から整理することができます。この講演ではこうした整理をもとに、現代の金融システムが抱える問題を解決する手がかりをお示しします。



### キーノート講演 ②

「複雑化する世界」

毎日新聞社論説委員  
元科学環境部長 元村 有希子 氏

#### 講演概要

地球の将来が見通せない。人類は温暖化を制御できず、そこから生じる自然災害や食糧難、気候難民の問題にも有効な手を打てないでいる。こうした不安から各国が排他的になれば、問題はさらに悪化するだろう。「人新世」の地球で80億人の人口を生かしていくため、科学・技術にできる貢献は何かを考えたい。



## プログラム

### オープニング 13:00 ~ 13:30

[主催者挨拶] SIC代表理事・センター長 浦川 伸一  
(損害保険ジャパン株式会社 顧問)

[開催趣旨説明] SIC人財育成協議会主査 木村 英紀  
(東京大学名誉教授・大阪大学名誉教授)

### セッションⅠ キーノート講演① 13:30 ~ 14:30

「危機の歴史とナラティブ:面白さと怖さ」

名古屋市立大学大学院経済学研究科教授 横山 和輝 氏

### キーノート講演② 14:40 ~ 15:40

「題未定」

毎日新聞社論説委員 元科学環境部長 元村 有希子 氏

### セッションⅡ システム人称号授与式 16:00 ~ 17:00

システム人称号授与式およびパネル討論会

### セッションⅢ システム人との交流 17:00 ~ 18:30

親睦会(軽食と飲み物を提供します)

### クロージング 18:30

以上

## 2. SIC学術協議会特別講義第6回「制御システムセキュリティとその技術変遷」 開催報告

SIC人財育成協議会(主査:木村英紀SIC副センター長)では、2022年度よりSIC学術協議会(主査:青山和浩東京大学大学院教授)に協力いただき、学術界の研究の最前線の話題やその背景にある科学技術の流れなどを、産業界のニーズに対応する形で切り取って講義としてお話し頂く「SIC学術協議会特別講義」を企画しています。今回は第6回(2023年度2回目)として、以下の講義を開催しました。

### 【タイトル】「制御システムセキュリティとその技術変遷」

【講師】 東洋大学情報連携学部 准教授 満永 拓邦氏

【開催日時】 2023年7月18日(火) 15:00-17:00 MS-Teams によるオンライン開催

【受講者数】 28名(申込者数30名)

司会:松本隆明(SIC実行委員長)

### 【受講者ルポ】

講義は3部で構成され、第1部「DX 時代とサイバー攻撃の動向」では、産業界の DX 化への取り組みとサイバー攻撃の動向を実例とともに紹介された。DX 化の効果的な実現には、統合化された重いシステムより局所課題解決する軽いシステムを積み重ねていくアプローチが有効で、これは System of Systems の考えにもつながっていると指摘された。また日本の産業競争力の復活の要件として、サービス・デザイン特にカスタマー・エクスペリエンス(CX)を重視することを挙げられた。安心できるシステムを迅速に開発するための手法である DevSecOps は、開発サイドと運用サイドの距離を縮め、CX の改善への寄与が期待できる。

産業システムを対象とするサイバー攻撃として、先行する海外事案に類似した事案が国内でも続々と発生している。有効なセキュリティ対策を考えるうえで、攻撃側の視点の導入や業務継続(BCP)の観点が求められる。また異常の発見には、まず正常な状態の把握・可視化が必須という指摘は、従来の産業システムの設計・運用での盲点を突いている。

第2部「制御システムとそのセキュリティ」では、対象を産業用制御システム(ICS)に絞り込んで、デモ動画を交えセキュリティ対策の現状と課題を話された。講師のバックグラウンドが IT システムにあることから、一般的な IT システムと ICS との違いに注目しつつ課題を浮き上がらせた。両者の違いが顕著に表れるのが、システムの要求指標の3要素:機密性、完全性、可用性の優先度である。IT システムでは機密性を最優先させるのに対し、ICS では完全性、可用性がより優先される。このため、セキュリティ改善を目的とした抜本的な構成変更や機能導入は、完全性や可用性の確保を危うくすることから、ICS では実施が難しいという点が大きな課題となる。また、運用中システムの保守に関しても、完全性維持のためベンダーが関与する範囲が広いことなどは、IT システムとの相違点である。とはいえ攻撃は日々高度化しており、デモ動画でも示されたように、あたかも正常状態が維持されているかのように見せかけた攻撃が現実には発生している。セキュリティ問題は一つの手段で解決できるものではなく、各種の対策を組み合わせることで全体的なリスクを低減する多層防御戦略(Defense-in-Depth Strategies)を採用することが必要となる。

第3部「IoT/AI を活用するスマートファクトリー」では、工場 DX 化の先にある IoT/AI を活用したスマートファクトリーの事例紹介や課題について話された。特に AI 活用に関しては、AI 自身に内在する課題だけでなく、AI をターゲットとしたサイバー攻撃についても触れられた。AI の誤判断へのリスク低減策・リスク許容度を評価したうえでの活

用が求められる。さらに AI を人や社会の幸福度を改善する手段として活用するためにも、人間中心の AI 社会原則が必要であることを訴えられた。

質疑では、ICS に境界型セキュリティの適用が難しいのではないかという問いに、ICS では特に IoT の導入で責任範囲が定めがたくなっており、信用を前提としないゼロトラスト型セキュリティが必要となっていると答えられた。その他、DX 化における組織上の課題や AI 応用の課題について議論が交わされた。

講師が IT 屋の目で ICS を評価されていたことで、OT 屋にとっては新鮮な気づきが多く得られた。サイバー攻撃対策には防衛側だけでなく攻撃側視点が必要という指摘と同様、ICS の DX 化においても IT・OT 双方の視点からの複眼思考が必要であることを改めて実感した。

(ルポ: 白井俊明(SIC個人会員))

### 【講師プロフィール】

満永 拓邦(みつなが たくほう)氏 博士(情報学)

#### <専門>

サイバーセキュリティ全般、組織における DX(デジタルトランスフォーメーション)

#### <外部活動>

情報処理推進機構(IPA): 専門委員、日本シーサート協議会: 専門委員

総務省自治大学校: 非常勤講師、JICA: トレーニング講師

鳥取県: Society5.0 アドバイザー、日弁連: セキュリティ WG 委員

#### <著書>

共著『サイバー攻撃からビジネスを守る』(NTT 出版)

共著『バイナリ解析入門』(インプレス R&D)

共著『CSIR: 構築から運用まで』(NTT 出版)

#### <経歴>

民間企業(コンサル)→ 公的機関 → 東京大学 → 東洋大学

(講義資料より)



講義中のスクリーンショット

## Ⅱ 活動報告

### 1. 会合予定

#### ① 2023年度第2回SICフォーラム(2023年8月8日(火)15:00-16:30)開催案内

参加資格者: SIC会員限定(オンライン開催)

参加申込: 参加申込は、[SIC イベント参加登録ページ](https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html)

<https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html>

内の「SICフォーラム(2023年度第2回)」の項よりお願いします

【タイトル】「エネルギーの分散化が創出する地域の産業革命  
～融合するネットワークシステムと第4次産業革命の姿～」

【講師】 岡本 浩氏 (東京電力パワーグリッド株式会社 取締役副社長・SIC理事)



#### 【概要】

産業革命とエネルギーの歴史をネットワークシステムの進化過程として振り返り、DXとGXの同時実現がもたらす第4次産業革命の実相を明らかにします。AI×ビッグデータの進展とエネルギーの分散化がトリガーとなって新たな産業革命がすでに始まっていること、その結果、我が国の地域にどんな価値が創出されるのかについて述べ、地域の産業革命の基盤を担うための当社グループの取り組みについてお話しします。

以上

## ② 第16回SIC戦略フォーラム(2023年8月22日(火)11:00-12:00)開催案内

参加資格者: SIC会員限定(オンライン開催)

参加申込: 参加申込は、[SIC イベント参加登録ページ](https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html)

<https://sysic-org.sakura.ne.jp/SICregistration.html>

内の「第16回SIC戦略フォーラム」の項よりお願いします

【タイトル】「システム障害事例の分析と考察

～ IPA『情報処理システム高信頼化教訓集(IT サービス編)』の取組から～」

【講師】 山下 博之氏 (独立行政法人情報処理推進機構(IPA)デジタル社会基盤センター  
専門委員)

### 【概要】

重要インフラをはじめとする情報処理システムの障害は、経験に基づいてその防止対策が講じられているにもかかわらず、なかなか減少していない。

IPA では2013年から2019年にかけて、システムの障害事例情報の分析や対策手法の整理・体系化を通して得られる“教訓”を業界・分野を越えて幅広く共有し、類似障害の再発防止や影響範囲縮小につながる仕組みの構築を目指した活動を行い、その成果を「情報処理システム高信頼化教訓集」として取りまとめた。本講演では、影響が大きかった最近のシステム障害を分析し、それらがIPA が公開する教訓と深く関連することを示す。

また、障害事例の分析から見えてくる傾向やトピックスについて考察する。

### 【講師プロフィール】

NTT 研究所から NTT データに転籍後、2009年に NTT データアイに移る、同年 IPA に出向。IPA では、ソフトウェアエンジニアリングやシステム高信頼化、モデル契約等に関する業務に従事。

2022年3月に帰任・定年退職後、4月から IPA 専門委員。

2003年10月～2008年4月、科学技術振興調整費プログラムオフィサー。

2010年4月～2014年3月、情報処理学会電子化知的財産・社会基盤研究会  
主査。

2007年5月～2015年12月、情報規格調査会 SC6 専門委員会委員長。

IEEE、情報処理学会各会員



以上

## 2. 会合報告

### ① 2023. 7. 12 15:00-17:00 2023年度第7回実行委員会開催報告

開催形式: Microsoft Teams によるオンライン開催

出席者数: 実行委員13名、副センター長・監事・事務局各1名、総出席者数16名

#### 議題

司会 松本隆明実行委員長

#### 1. 報告事項

- 1.1 第15回SIC戦略フォーラム(6/23)開催報告 久保忠件事務局次長  
テーマ:「ダイナミックプライシングによるエネルギーマネジメント」
- 1.2 2023年度第2回SICフォーラム(8/8)開催案内 同上  
テーマ:「エネルギーの分散化が創出する地域の産業革命  
～融合するネットワークシステムと第4次産業革命の姿～」  
講師:東京電力パワーグリッド(株)取締役 副社長執行役員 岡本浩氏
- 1.3 システム人交流会の(8/26)開催について 出口光一郎事務局長  
これまでのSIC人財育成協議会主催各種研修講座の参加者に  
招待状送付予定、その他SIC会員も参加可能  
パンフレットをSICホームページからダウンロード可能
- 1.4 2023年度上期の予算執行状況報告 久保忠件事務局次長
- 1.5 分科会活動報告:SOS 分科会第4回開催報告 浦田敏実行委員
- 1.6 戦略提言サブワーキング活動状況報告 松本隆明実行委員長  
各サブグループリーダーからの報告  
・エネルギー(高木真人実行委員)  
・金融(藤井紳也実行委員)  
・ロジスティックス(藤野直明実行委員)  
・防災・レジリエンス(宮前義彦実行委員)

#### 2. 協議事項

- 2.1 会員種別の準会員の会費について 松本隆明実行委員長  
3種類の準会員の会費について決議し決定

3. その他 次回SIC戦略フォーラムのテーマ案について 久保忠件事務局次長  
IPA に「重要インフラのシステム障害と教訓集」の解説を依頼中

次回、次々回の実行委員会開催予定日時

2023年度第8回実行委員会 8月30日(水) 15:00-17:00

2023年度第9回実行委員会 9月27日(水) 15:00-17:00

以上



### Ⅲ 正会員一覧

SCSK株式会社	NTTコムウェア株式会社
株式会社NTTドコモ	株式会社クエスト
株式会社構造計画研究所	株式会社JSOL
株式会社テクノバ	株式会社東芝
株式会社ニューチャーネットワークス	株式会社野村総合研究所
株式会社日立国際電気	株式会社日立産業制御ソリューションズ
株式会社日立システムズ	株式会社日立製作所 研究開発グループ 社会システムイノベーションセンタ
株式会社三井住友銀行	損害保険ジャパン株式会社
東京ガス株式会社	東京電力パワーグリッド株式会社
日鉄ソリューションズ株式会社	日本郵船グループ株式会社MTI
ファナック株式会社	富士通株式会社
マツダ株式会社	三菱重工業株式会社 デジタルイノベーション本部
三菱電機株式会社	横河電機株式会社
ロジスティード株式会社（旧日立物流株式会社）	

2023年8月1日現在(五十音順)

©SIC 2023.8

発行者: 一般社団法人 システムイノベーションセンター(SIC)  
代表理事・センター長 浦川伸一

編集者: SIC 実行委員 中野一夫 (株式会社構造計画研究所)  
事務局 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-12-7 ストック新宿 B-19 号  
URL: <https://sysic.org> E-mail: [office@sysic.org](mailto:office@sysic.org) Tel.Fax: 03-5381-3567