

戦略プロポーザル

共通利用可能な分野横断型リスク知識 プラットフォームと運用体制

～リスク社会に対応する知識の構造化を目指して～

STRATEGIC PROPOSAL

Transdisciplinary Platform for Risk Knowledge (TPRK) and Its
Deployment Strategies - Towards Structuralization of Common
Knowledge in the Risk Society -

研究開発戦略センター（CRDS）は、国の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析、提案を中立的な立場に立つて行う公的シンクタンクの一つで、文部科学省を主務省とする独立行政法人科学技術振興機構（JST）に属しています。

CRDS は、科学技術分野全体像の把握（俯瞰）、社会的期待の分析、国内外の動向調査や国際比較を踏まえて、さまざまな分野の専門家や政策立案者との対話を通じて、「戦略プロポーザル」を作成します。

「戦略プロポーザル」は、今後国として重点的に取り組むべき研究開発の戦略や、科学技術イノベーション政策上の重要課題についての提案をまとめたものとして、政策立案者や関連研究者へ配布し、広く公表します。

公的な科学技術研究は、個々の研究領域の振興だけでなく、それらの統合によって社会的な期待に応えることが重要です。「戦略プロポーザル」が国の政策立案に活用され、科学技術イノベーションの実現や社会的な課題の解決に寄与することを期待しています。

さらに詳細は、下記ウェブサイトをご覧ください。

<http://www.jst.go.jp/crds/about/>

エグゼクティブサマリー

本プロポーザルは、社会全般に影響を与えるような潜在的・複合的なリスクを効率的かつ的確に把握するための、分野横断的な共通フォーマットを開発し、リスク知識を俯瞰し、リスクに関する議論を深化させるための知識プラットフォームとその運用管理体制の構築を目的とする。

自然災害、事故、感染症の流行、金融危機、サイバーテロなど現代人はさまざまなリスクにさらされている。このような個々のリスクについては、その可能性、発生原因、それが引き起こす影響、それを防止する手立てが、それぞれの分野で研究されている。しかし、実際に、自然災害や交通インフラでの事故が起きる度に、災害、事故等から連鎖する様々なリスクが後追いで認識され、リスクへの対応策が事前予防ではなく事後的に施される事態が繰り返されている。2011 年度に策定された第 4 期科学技術基本計画では、我が国のリスクマネジメントと危機管理の不備が指摘された。それにもかかわらず、欧米各国ではすでに設置されているようなリスク管理のための統一的な組織は我が国には存在しない。

さまざまなリスクの間には互いに密接な関係が存在している。その中から共通の構造を抽出し、リスクに対処する共通の方法論を得ることができれば、それによって潜在的なリスクにも対応できる。そのためには、個別のリスク研究を要素としてとらえ、複合リスクの構造をシステム化し共有することが必要である。その基盤として、まず、リスク情報で利用される用語を統一した上で、統合知識ベース化し、分野を超えて利用できるような仕掛けと体制を構築しなければならない。

リスクの概念は、一般に、生起する事象の確からしさとそれによって引き起こされる負の結果の組み合わせで定義されるが、社会経済システムに大きな影響を与えるような全体リスクについては、認知バイアスのために「確からしさ」の正確な測定と「負の結果」に対する公平な評価が困難である。このことは、リスク対応への大きなハードルとなっている。また、全体リスクを単独の原理原則で見通すことは不可能であり、分野をまたがる複雑な因果関係を考慮した対策が必要となる。

現状において、自然環境・医療・金融・ネットワークなどさまざまな分野において、我が国では膨大なリスク研究の蓄積がある。しかし、分野ごとに主要概念の意味の違いが存在するため、各分野の成果を分野横断的に整理し、現実社会において発生しうる連鎖的なリスクや複合的なリスクに対応することができていない。これは、各分野間の概念の翻訳やデータ・知識の互換性を保証するシステムが存在せず、また、信頼性工学・リスク学・レジリエンス工学等の最近の研究成果が他の専門分野に波及していないことが原因としてある。

我々は、現在のリスクに関わる研究開発が抱える課題は以下の 3 点にまとめられると考える。

- 1) 各分野でのリスク研究が互いに関連付けられることがなく、個別的な研究にとどまっていること。
- 2) リスク研究には、いまだ顕在化していないリスク要因（潜在的リスク）の分析と、その対応策の確立に向けた各種リスクの分野横断的・統合的な検討が必要であるが、

そのための方法論がないこと。

- 3) 各種の潜在的リスクに関連する情報を統一的に収集・維持・管理する仕組みが作られていないこと。

そして、各課題に対し、1) については、各分野の専門家が利用できる情報システムが、2) については分野横断的な研究の場が、3) については統合的なリスク管理組織が必要と考える。

この3つの課題解決のため、我々は、「共通利用可能な分野横断型リスク知識プラットフォーム」(図1)を提案する。この構想は、システム構築における次の3つのフェーズを経て実現される。フェーズ1は、情報システムとしてのプラットフォーム構築。フェーズ2は、各専門分野の研究成果のプラットフォームへの投入と知識関連づけ。フェーズ3は、プラットフォームの恒久的な維持・運営・管理。そして、このプラットフォーム上で、リスク概念を管理し、潜在的・複合的リスクに関するシナリオ分析を可能とする運用組織体制の構築が必要である。なお、上記のシステム構築にかかわる3つのフェーズの詳細については、プログレスレポート(CRDS-FY2013-XR-03)を参照されたい。

本プラットフォームの運営・管理を通じ、以下のような社会的効果がもたらされる。

- 1) リスクマネジメントや危機管理に関する科学技術政策立案における潜在的・複合的なリスクの関連性の把握、リスク拡大防止のためのシナリオ分析
- 2) 分野横断的なリスクの計測とその波及範囲の予測
- 3) 各専門分野における科学的根拠に基づくリスクアセスメント支援と補助資料の提供
- 4) 市民に対する潜在的・複合的リスクに関するリテラシーの教育と普及
- 5) リスク管理組織の設置による、我が国のリスクマネジメントの不備の解消

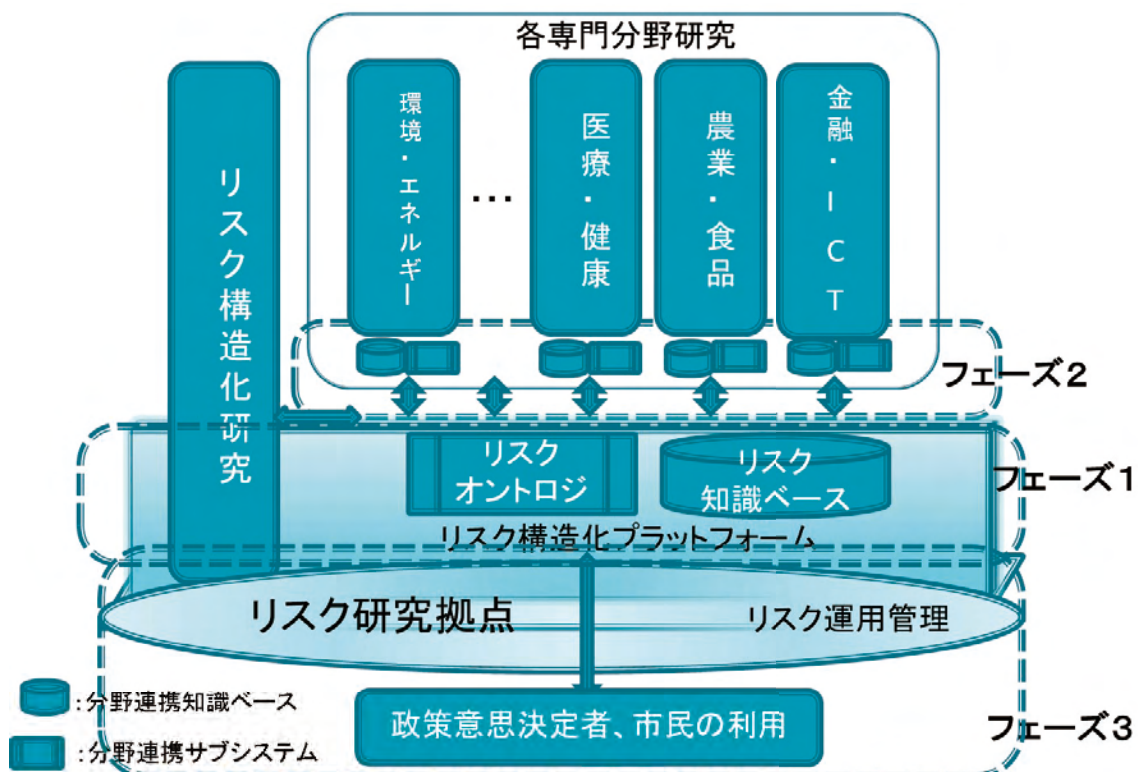


図1 共通利用可能な分野横断型リスク知識プラットフォームの構成と運用構想

Executive Summary

This proposal addresses the development of an interdisciplinary common format for the potential and combined risks that might have a serious impact on society; in general, we call them “systemic risks.” The proposal also discusses a knowledge platform and its management system for the integration of the knowledge of risk.

Currently, people are exposed to various risks, including natural disasters, accidents, pandemics, financial crisis, and cyber attacks. For each individual risk, the possibility, reason for the incident, impact induced, and the measures for prevention thereof are studied in each specific field. Actually, however, the situations where the measures become one step behind, despite the various disasters that occur frequently, are repeated. In the 4th Science and Technology Basic Plan in FY 2011, they pointed out the flaws inherent in the risk management and crisis management in Japan. Nevertheless, compared with major foreign countries, there are no unified organizations to manage and control systemic risks hard to prior investigations in Japan.

Mutual connections and causal relationships exist among various risks. If we successfully extract underlying common structures from them and establish general methodologies for dealing with risks, we are also able to deal with potential risks by using such general methodologies. For this purpose, it is necessary to grasp each specific risk study as a system component and to understand the overall structure of combined individual risks as a total system. As a start point, technical terms used in risk studies must be commonly unified, integrated risk knowledge bases are developed, then a risk management institution must be established.

The concept of risk is defined, in general, by the combination of the likelihood of occurrence and its negative effect. Regarding the systemic risk that has a significant impact on socio-economic systems, it is difficult to accurately estimate the likelihood and to fairly evaluate the negative effects due to the human cognitive bias. This point gives rise to obstacles in dealing with risks. In addition, since it is not possible to see through the systemic risk with an independent single principle, measures will be required where complicated interactions among various fields are taken into consideration.

On the other hand, Japanese academic societies have accumulated a vast number of risk studies, including the environment, medical care, finance, and networking. However, owing to the different meanings of the major concepts in each field, the outcomes in those studies have not been utilized in an effective way. We must build a system, which 1) puts the risk concepts in each field in a common way, 2) deals with the practical risks in a society, and 3) translates data and knowledge among the fields.

Furthermore, we also must disseminate the products of the latest studies in reliability engineering, risk sciences, and resilience engineering to the other research fields.

Therefore, the problems to be solved in recent research and development on risks are summarized in the following three items:

- 1) Individual risk studies are isolated and have no relationship to each other;
- 2) Risk studies require new methodologies to analyze potential or implicit risks;
- 3) A total support scheme must be established to collect, maintain, and manage the information on systemic risks.

Regarding Item 1), the information systems usable by experts in the respective fields are required; regarding Item 2), a platform for transdisciplinary studies are required; and regarding Item 3), an integrative risk management organization is required.

We propose in this report “Transdisciplinary Platform for Risk Knowledge; TPRK” shown in Figure 1. The development of TPRK requires the following three phases. Phase 1: Build the platform as a total information system; phase 2: Store and link together the results of each research field; and phase 3: Keep TPRK operational and manageable for a long time. In addition, an authorized organization must manage the risk concepts and analyze the scenarios regarding the potential and combined risks on the platform. For details of the above-stated three phases on the TPRK development, refer to the progress report CRDS-FY2013-XR-03.

The social effects of the use of TPRK will include the following five points:

- 1) Identification of relationships of potential and combined risks in the preparation of science and technology policy related to risk management and crisis management, as well as scenario analysis for preventing the expansion of risk;
- 2) Measurement of transdisciplinary risks and prediction of the range of propagation of risk events;
- 3) Support for risk assessment activities based on scientific evidences in each field and the provision of risk information;
- 4) Dissemination of literacy related to potential and combined risks among citizens; and
- 5) Establishment of risk management policies in Japan by the risk management organization.

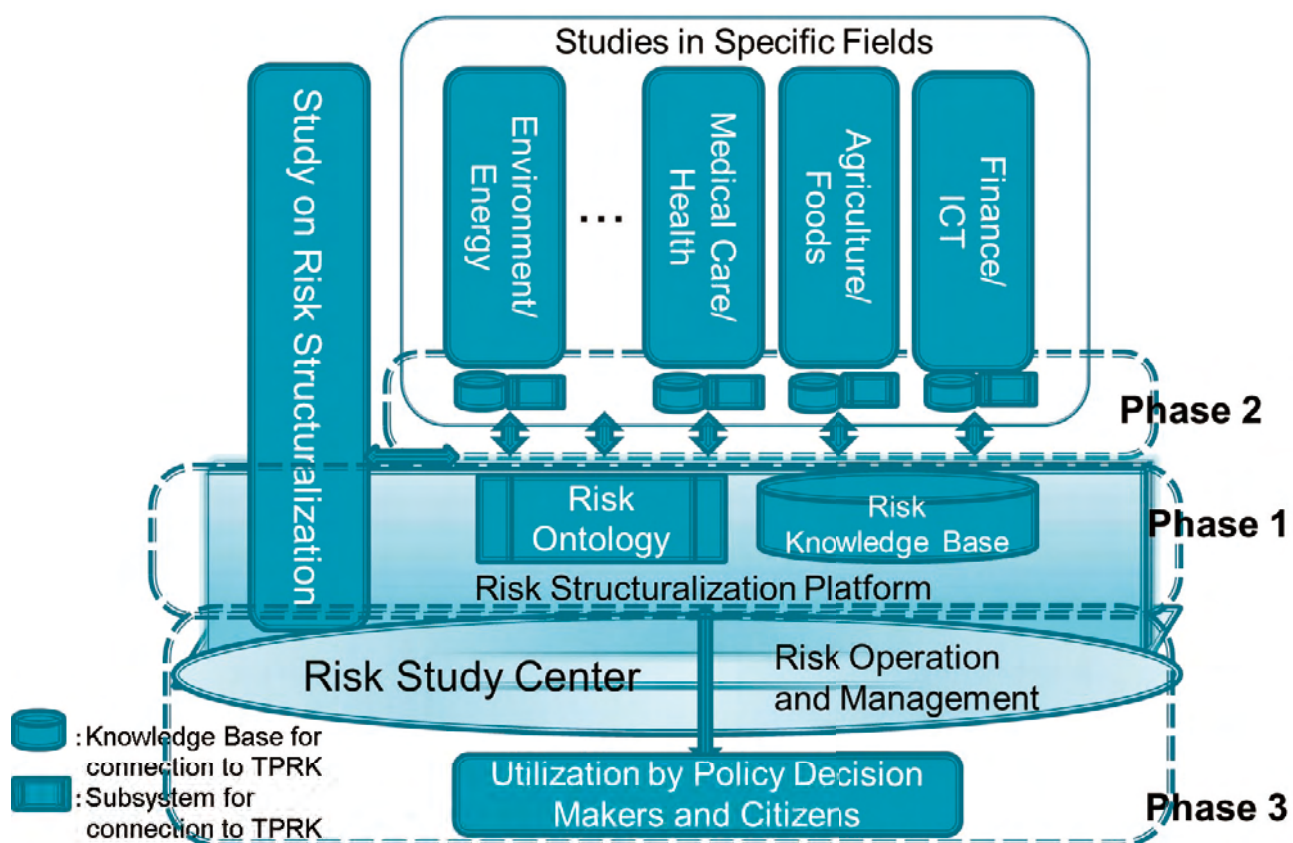


Figure 1 TPRK Configuration and Operation Concept

目 次

エグゼクティブサマリー

Executive Summary

1. 研究開発の内容	1
2. 研究開発を実施する意義	3
2-1 現状認識および問題点	3
2-1-1 潜在的・複合的リスクに関する認識	3
2-1-2 リスクの管理と評価に関する研究に対する現状認識	4
2-2 提案が実施されたときの効果	11
2-2-1 社会的・経済的効果	11
2-2-2 科学技術政策上の効果	12
2-2-3 人材育成への効果	13
2-2-4 共通リスク知識プラットフォームの構築に関する問題点	13
3. 具体的な研究開発課題	15
3-1 概要	15
3-2 プラットフォーム実現上の研究開発課題	16
3-2-1 文理融合型の理論研究課題	16
3-2-2 プラットフォーム実現上の技術的課題	17
3-3 プラットフォームの機能を充実させるための課題	17
3-4 プラットフォームを運用するための課題	18
4. 研究開発の推進方法	22
4-1 フェーズ1：プラットフォーム構築研究	22
4-2 フェーズ2：各分野でのリスク研究のプラットフォームへの取り込み	23
4-3 フェーズ3：プラットフォームの運用	23
付録1. 検討の経緯	25
付録2. 国内外の状況	31
付録3. 専門用語説明	35
参考文献	37

1. 研究開発の内容

本提案は、大小さまざまなリスクに直面している現代社会において、多様な製品の開発、システムの構築、制度の実現に伴って社会に発生しうるリスクの複合的な構造を明らかにし、その分析と対応に向けて、各分野の専門家・研究者や政策意思決定者が共通に利用できるような「分野横断型リスク知識プラットフォーム」(Transdisciplinary Platform for Risk Knowledge; TPRK)の構築とその運用体制に関するものである。これは、2011年度に発表された第4期科学技術基本計画¹⁾で指摘された、我が国のリスクマネジメントと危機管理の不備を克服するひとつの解決策である。

本プロポーザルの骨子は、次の3つのフェーズからなる研究開発を実施することである。

- 1) フェーズ1：専門分野ごとのリスクから一般的普遍的な構造を抽出し、リスクを統合的に研究することのできるリスク知識プラットフォームの研究開発を行う。
- 2) フェーズ2：専門分野ごとに実施されている個別のリスク研究成果をプラットフォームへ投入し、各分野のリスク知識を相互に関連づけてプラットフォームの内容を充足させる。
- 3) フェーズ3：リスク知識プラットフォームを恒久的に運用・維持・管理する。

なお、上記の3つのフェーズは、プログレスレポート「システム構築型イノベーションの重要性とその実現に向けて」²⁾で提案したシステム構築の3つのフェーズに対応している。

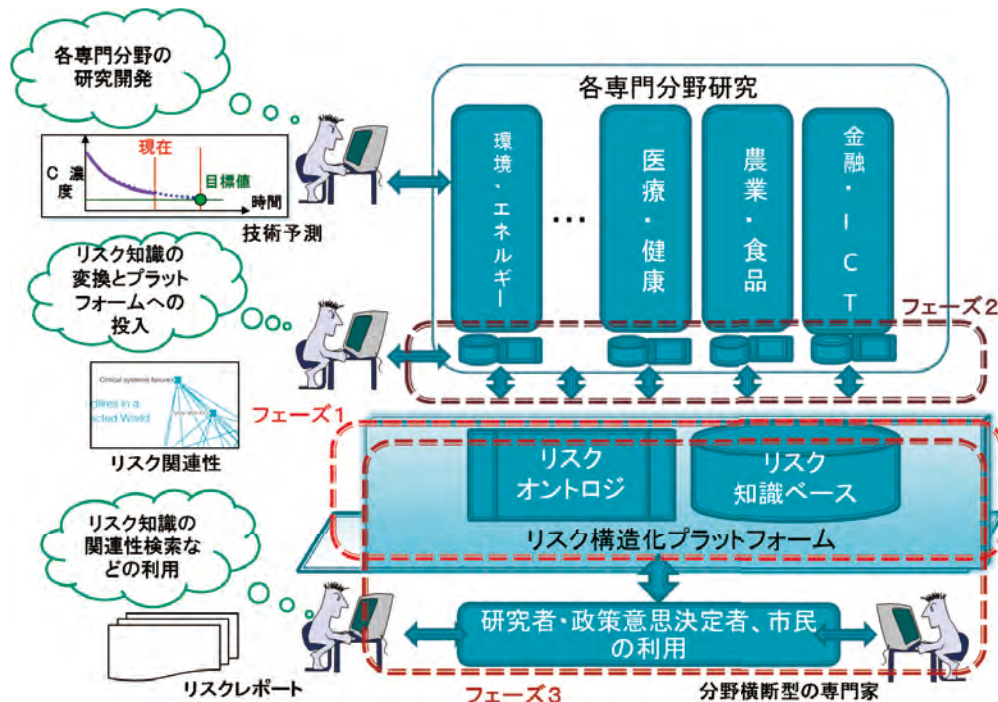


図1-1 分野横断型リスク知識プラットフォームの基本的な利用方法

本提案で構想する「分野横断型リスク知識プラットフォーム」の概要を図1-1に示す。基本的な考え方は次のとおりである。

現状では、環境・医療・金融・ネットワークなどさまざまな分野において、豊富なリスク研究の蓄積があり、また自然災害に対する防災科学の進展は著しい。しかし、これらの

研究は互いに関連がなく、個別的な研究にとどまっている。さらに、分野ごとに主要概念の意味の違いが存在し、分野横断的な、概念の翻訳やデータ・知識の互換性を保証するシステムは存在しない。信頼性工学・リスク学・レジリエンス工学等の最近の研究成果を他の分野の研究に利用できない。これらの課題を解決するためには、分野横断的な潜在リスクのマネジメント方策を一元化し、リスク関連情報を統一的に維持管理する仕組みが必要である。このような仕組み作りは、各分野におけるリスク研究を縦型に深化するものとは異なり、リスク研究に横串を通す観点から実施されるべきである。そして、このためのシステムをモデリングやネットワーク、人工知能などシステム科学技術の手法を用いて統合化プラットフォームとして構築することが必要となる。

図1-1のもとでは、各専門分野で研究開発を実施して得られた当該分野のリスク知識は、標準的な形式でプラットフォーム上の知識ベースに格納される。これらは、他のリスク知識と関連づけられ構造化された知識として知識ベースに保持される。また、個別リスクの研究開発で得られたソフトウェアやシミュレータ、データベースの情報は、プラットフォーム上で適切にリンクづけされ、他分野でも共通に利用できるようになる。その結果、リスク知識ベースの内容は、各専門分野をまたぐ複合的な検索などの手法で、各分野の専門家・研究者や政策意思決定者が利用することが可能となる。これによって潜在リスクを事前に評価できる可能性が高まる。また、リスクオントロジーとは、リスク知識ベースを整合的に維持管理するためのメタレベルの知識である。この詳細については、第3章と第4章で述べる。

すでに発生した自然災害や人災を分析すると、自然現象に起因する災害にせよ、人工システムに発生する事故にせよ、複合的に要因がからんでおり、それらのリスクはシステムから得る便益とうらはらの関係にある。つまり、便益を提供する科学技術が同時にリスク要因になっている。この状況は必ずしも顕在化したリスクのみに限らない。その典型例はインターネットである。我々がインターネットから得る便益は生活に不可欠であるが、その一方、こうしてできあがった現代社会の脆弱性をねらったサイバーテロ³⁾というリスクは未だ致命的ではないものの、同じインターネットの技術的基盤の上で発生している。

リスクには、相互依存関係があり、異なるリスクが発生原因を共有していることも珍しくない。さらに、あるリスクが別のリスクの原因になったり、また複数のリスクがお互いにその深刻さを助長し合う因果関係の連鎖を構成し、その関係自体が新しいリスクを生み出したりしている場合もある。このようなリスクの相関関係はまだ顕在化していない場合も多く、また関係性が指摘されていても系統的かつ科学的な分析が実施されていない。

現代社会が抱えるリスクの本質的な構造を理解するには、各分野のリスクを詳細に分析するだけでは不十分である。潜在的なリスクも含めて社会が総体として直面するリスクに対応するには、リスクを統合的に捉え、リスク相互の相関関係を常に分析し理解するための研究開発体制が必要である。この課題はリスク研究にとっても新しく、「災害王国日本」が先鞭をつけるべき研究分野である。

本プロポーザルは、そのひとつとして以下の点を提案するものである。1) さまざまなリスクを分野横断的な共通フォーマット、共通モデル、共通言語で俯瞰、議論できるプラットフォームを構築する。2) そのプラットフォーム上でリスク概念を管理し、個別リスクの研究をリスク全体との関連の中で捉え複合性を考慮したシナリオ分析を可能とする。3) 潜在的・複合的なリスクを総合的に研究する恒常的な運用体制を確立する。

2. 研究開発を実施する意義

2-1 現状認識および問題点

本節では、分野横断型リスク知識プラットフォームを研究開発する意義について、リスク研究の観点から考察する。まず、潜在的・複合的リスクに関する研究全般について内外の動向をとりまとめ、ついで、リスクの管理と評価に関する研究について述べる。

2-1-1 潜在的・複合的リスク研究に関する認識

リスクについてはさまざまな研究分野がある。そして、それぞれの研究分野、たとえば金融や国土のインフラなどではリスクにかかわる多くの研究者と関係者が存在する。しかし、リスクを一般的に取り扱おうとするとつかみどころのない漠然としたものになる。そのため、リスク全般を考慮しつつ分野横断的な研究開発プロジェクトを実施する要請はあるが、そのような研究開発は現状ではみられない。このような背景のもとに、本項では、社会全般に大きな影響を与えうる潜在的・複合的なリスク研究に関する我々の認識をとりまとめる。

リスクは、一般に、生起する事象の確からしさとそれによって引き起こされる負の結果の組み合わせとして定義される。たとえば、伝統的なリスク工学の分野では、事象の確からしさを確率、負の結果を損害金額で表現し、その積をリスクとして定義している。しかし、我々が経験していない事象に関してその生起確率を与えることは難しく、また、震災に関連して発生した間接的な損害についてはその金額を計算することは不可能に近い。さらに、このようなリスクを評価する場合は、専門家であっても意思決定のバイアスの影響を受け、ともすれば、自らの経験や直観のみに頼って事象の評価を行う。カーネマンは、文献⁴⁾ “Thinking, Fast and Slow” において、このような人間の特性を速い思考システム、遅い思考システムという用語で表現している。社会問題に大きな影響を与える鉄道、電力、道路のような社会技術システム（Socio-Technical System）のリスクを評価する場合は、特に客観的な事実に基づく遅い思考が重要になる。

環境、金融、水資源、交通、社会問題などの各専門分野においては、それぞれのリスクについてその可能性、発生原因、それが引き起こす影響、それを防止する手立てが数多く研究されている。従来、社会技術システムで発生しうるリスクに対応するには、対象システムの頑健性を増強したり、耐故障性を保証するためにシステムを多重化したり、詳細なマニュアルを準備するなどの方法がとられている。これは安全性工学の考え方である。

それに対し、最近では、リスクを避けられないものとして認識し、それに対応する体制のしなやかさを重視するレジリエンス工学が提案されている⁵⁾。レジリエンス工学では、「安全」とは何も不都合が発生していない動的な状態と考え、この動的な状態に対してなんらかの対策を継続しないかぎりリスクが発生するとする。この例としては、鉄道システムが、天災・人災などのさまざまな事故に対応するために絶えずダイヤ修正策を準備していることなどが挙げられる。これらは、リスク社会に対応するためには重要な考え方である（コラム1：安全性工学・レジリエンス工学におけるリスクの考え方）。

社会全般に影響を与えうる全体的なリスクという意味で、システミック・リスク

(Systemic Risk) という用語を使うことがある。システミック・リスクは、もともと金融分野で生まれたものである。金融分野では、ひとつの企業の決済不履行が他の企業に波及し、決済システム全体あるいは金融システム全体を麻痺させるような全体リスクを意味している。最近ではシステミック・リスクを、波及効果によって社会全体に影響を与えるリスクという意味で広義に使うことが多い。たとえば、福島第1原子力発電所の事故は、東日本大震災という自然現象にトリガーされた事象が発電所の電源喪失という事象に波及した結果、システミック・リスクとして顕在化した例と考えることができる。

複雑化・グローバル化、システム化が進みつつある現代社会においては、個別の事象にかかわるリスクを考察することはもちろん、それらの相乗効果が新しいリスクを生み出す可能性を考慮する必要がある。これらは、産業社会が頂点に達した20世紀後半以降に世界的に発生した状況であり、社会学者のベックは、これを「危険社会」あるいは「世界リスク社会」という用語で説明している⁶⁾。彼は、豊かさに伴って生ずる環境破壊や技術産業上のリスクは不可避であると論じ、リスクの議論において専門家のみによって解決できるものはないと主張している。

社会技術システムのリスクを考慮する場合には、非常に多くのステークホルダー（関与者）が存在する。それらには、リスク問題を研究する各分野の専門家、リスクに対応するための政策決定者を含む意思決定者、リスクにさらされることになる一般市民などが含まれる。これらのステークホルダー間の関連は非常に複雑である。各分野の専門家のいろいろな研究は、他分野にはなかなか伝わらないことが現実には発生している。リスクに関する情報が的確かつ大量に得られても、意思決定者がその認知的限界によって誤った決定を行う場合がある。また、技術的・社会的に正しいと思われる施策をとっていても多くの市民がリスクにさらされることがある。

このような状況に関して、我々は、専門分野の知識を共有化してつなぐ仕組みが存在しないことが第一の問題であると認識している。社会技術システムに潜在するリスクを早期に発見しその対策を講じるためには、まず、最初にリスクに関連する知識を構造化して一元管理し、その相互関連を分析し社会に発信していく仕組みが不可欠である。

2-1-2 リスクの管理と評価に関する研究に対する現状認識

日本の現状

我が国において、リスク管理、あるいはリスクマネジメントの主要概念については、すでにJISハンドブックが存在しており、主要な用語の解説がなされると同時に、医療機器、情報セキュリティ、個人情報保護の3分野に関する規格がまとめられている⁷⁾。これは、包括的なものではあるが、分野を超えてリスク概念の関連性を示すものではない。電気通信大学・鈴木和幸教授などの研究では、信頼性工学の視点からリスクモードを整理し、工業製品などのリスク評価に利用可能なガイドラインを策定している。

統計数理研究所・リスク解析戦略研究センター⁸⁾では、統計数理研究所が蓄積してきた統計解析手法やモデリングを基盤として、リスクの計測・管理のための方法論を分野横断的に発展させ、確立することを目指している。彼らはさらに、個別科学における課題を縦糸に、統計科学の方法論を横糸に、リスク解析に関わる諸分野の研究者ネットワークをNOE (Network of Excellence) として構築し、社会の安心と安全に貢献する基礎作りを目的として活動している。NOEにおける議論の中では、分野横断的なプラットフォーム

の必要性が指摘されている。NOEの研究体制はさまざまな分野の研究者が参画している点において我が国では貴重なものであり、このような体制を戦略的に推進することが望ましい。

国立環境研究所・江守正多室長等は、ICA-RUS（イカロス）という名称の環境省環境研究総合推進費・戦略的研究プロジェクト⁹⁾において、地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する研究に取り組んでいる。ここでは、長期間にわたる気候変動影響リスクと、その対策に伴うリスクとのリスクトレードオフを考慮しつつ、リスク構造を明確にする必要があることが強調されている。環境関連のリスク研究としては、シミュレーション研究を包含しさまざまなリスク間のトレードオフ分析を行っているという意味で包括的なプロジェクトである。また、環境問題をリスク管理の観点から取り扱い、その科学的合理性と社会的合理性の両方について考察を進めている点において非常に興味深い。

これらの個別分野のリスクマネジメント研究は、実用的でありかつ非常に深いレベルまで進展しているが、その一方で、全体を俯瞰できるような研究は、我が国では少ないのが現状である。本プロポーザルでは、リスクモード研究で開発されているリスク階層概念、NOEやICA-RUS研究で作成されつつあるリスク概念の精緻化の研究成果が、リスクプラットフォーム実現において参考になると考えている。

海外の現状

海外においては、リスクの構造化、共有化に関する研究プロジェクトはすでにかなり前から継続的に実施されてきた。これらは、1) 方法論に関するもの、2) 将来予測やリスク分析に関する報告書を発行しているもの、3) 一般市民に危機管理の指針を与えるもの、に分類することができる。

1) の方法論に関するものとしては、OECDが2000年から2002年にかけて実施したシステミック・リスクの研究プロジェクトが挙げられる。大規模で派生的影響が複雑化しつつある21世紀型のリスクは、科学技術の進歩並びにグローバル化の進展に伴って新しいリスクを発生させつつ、極めて速いスピードで世界的に伝播することを明示している。そのためこのプロジェクトでは、さまざまなリスク課題に対し国際的、学際的に取り組んでいく必要性を強調している。その成果は、二つの報告書―「システミック・リスクへの政策的提言」(2003年)¹⁰⁾、「大規模災害への対応についての分析」(2004年)¹¹⁾―にまとめられた。そこでは、リスクの原因、発生可能性、損害のコストおよび国境を越えた伝播を通じたインパクトなどを分析・評価している。MITのシステムダイナミクス・グループは、「成長の限界」プロジェクトの伝統を引き継ぎ、政策意思決定に関する研究を続けている。その中で特徴的なのは、システムダイナミクスの手法に基づく、シミュレーションシステムC-ROADS¹²⁾を提供し、世界システムのシミュレーションを政策決定者レベルで利用できるようにしていることである。

2) のリスクレポートに関するプロジェクトとしては、「成長の限界」におけるワールドモデルの開発者の一人であるランダースが著した「2052」¹³⁾という報告が注目に値する。これは、専門家のインタビューをもとに2052年の世界を予測したものである。この書籍には関連したウェブサイトが存在しており、執筆の際に利用した主要な統計データ、ならびに、その出典情報、シミュレーション予測モデルを公開している。このようなリスク研究成果の公表は、今後のリスクコミュニケーションの進展には重要なアプローチであ

る。ダボス会議が主催する非営利団体の世界経済フォーラム（World Economic Forum: WEF）は、2006年から毎年1冊ずつグローバルリスク報告書（Global Risks Report）¹⁴⁾を公表している。これは、社会技術システムが関連するような全体リスクを分類し、その確からしさと損害規模の情報、ならびに、各リスク間の関連情報を俯瞰できるようにまとめたものである。各レポートには、当該年に注目すべきリスクに関する解説が掲載されている。この報告書で重要なことは、各リスクおよびその関係がどのように変化しているかを継続的に記述していることである。反面、このレポートは専門家に対するアンケート結果に基づいて作成されており、客観的な根拠に基づく科学的な研究報告ではない。しかし、「2052」ならびに Global Risks Report で用いられた手法は、統計データとシミュレーションを積極的に利用していること、リスクを俯瞰的分野横断的に把握して報告作成を継続していることにおいて、我々が「分野横断型リスク知識プラットフォーム」の研究開発を実施する上で、ひとつのベンチマークになるものと考えられる。このような手法をより科学的な観点から見直し、システムとして構築することが必要である。

3) の一般市民に対するリスク管理の啓蒙を目的とした国際的なプロジェクトとしては、国連が発行している世界防災白書（GAR）¹⁵⁾が挙げられる。GARでは、「リスクの共有から価値の共有へ」をスローガンにしており、このウェブサイトから、世界各国のリスク管理対策体制を参照することができる。特に、多くの国々においてリスク管理を目的として恒常的な組織・専門集団を維持しているのが注目に値する¹⁶⁾。たとえば、米国ではFEMA¹⁷⁾が竜巻や山火事などの自然災害リスクや国内外のテロに関する情報提供とそれらに対する市民の対策の指針を与えている。自然災害リスクに関する情報と対応策については、特に、スウェーデン¹⁸⁾やカナダ¹⁹⁾の情報が優れている。我が国でも、リスク管理に関する情報を一元管理し、市民が自由に参照、修正可能なプラットフォームの構築が望まれる。本プロポーザルで扱うリスク知識プラットフォームによって、このような国際的なリスク管理と啓蒙活動に共通して利用することが期待される。

コラム1. 安全性工学・レジリエンス工学におけるリスクの考え方⁵⁾

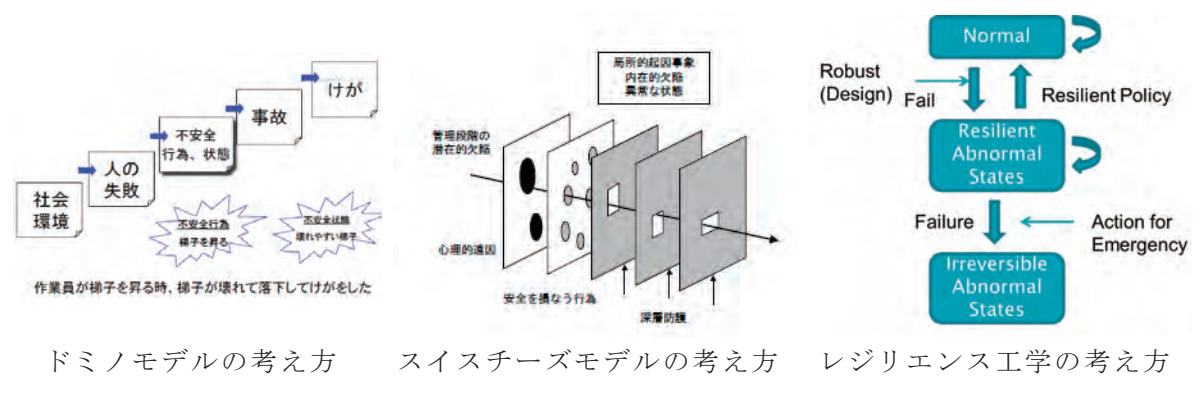
リスクとは生起する事象の確からしさとそれによって引き起こされる負の結果の組み合わせで定義される。重大事故の発生を現代社会が経験するにつれ、リスク管理の観点からは、リスクを静的なものとしたうえで対策が考えられていたのが、リスクは動的な状況で発生し、「避けられないものである」と認識が変化してきている。その代表的な考え方として、ドミノモデル、スイスチーズモデル、レジリエンス工学の3つを紹介する。

米国の損害保険会社で労働災害の研究を行っていたハインリッヒは、1つの重大な事故には、重大な事故に至らぬ29の軽微な事故があり、その前には300のヒヤリ・ハットのような事故に至らぬ事象があると説明した。このうちのどれかを防止することができれば、ドミノが連続して倒れるのを防げるという意味で重大事故は発生しにくくなるというのが、安全性工学におけるリスク回避のためのドミノ理論である。

スイスチーズモデルは、リスク管理においても、視点の異なる防護策を何重にも組み合わせることで、事故や不祥事が発生する危険性を低減させることができると考える。これは、さまざまなリスクを、薄切りにした複数枚のスイスチーズの多数の穴に例えて、穴の空き方が異なる薄切りにしたスイスチーズを何枚も重ねると、空洞が貫通する可能

性は低くなるとするものである。このモデルでは、完璧な防護壁は存在しないと認識した上で、個々の防護壁が正しく機能するよう監視することが重要とされる。

レジリエンス工学では、リスクに対して、「固い」防護手段だけを導入しそれにのみ依存しているだけだと、その防護手段を打ち破る（またはすり抜ける）望ましくない事故のシナリオは存在しうると考える。すなわち、レジリエンス工学においては、「固い」手段のみによる安全状態を目指すのではなく、『安全とは、変化し続けている条件下で成功を継続する能力である』と定義して、動的な状況に適用できるような形でのリスク管理を目指す。そして、重大事故が発生した場合であっても、それに、適応的に対応して安全な状態を回復できるような手段を講じる。



コラム2. JIS ハンドブック リスクマネジメント⁷⁾

日本規格協会は、2009 年に ISO で制定されたリスクマネジメントの原則と指針（ISO 31000 ファミリー）とリスクマネジメント用語（ISO Guide 73）に基づいてリスクマネジメントの JIS 規格を定めている。JIS ハンドブックでは、リスクマネジメントに関する用語の解説、リスクマネジメントの原則（考え方）、リスクアセスメント技法等の基本項目、および、個別分野に対する指針として医療機器、情報セキュリティ、個人情報保護の3分野に関する規格がまとめられている。ただし、他の専門との重複を避けるため、非常事態時対応や事業継続管理の分野は含まれていない。また、ISO では ISO 31000 の実装の手引きを現在開発中である。

2009 年の ISO Guide 73 は 2002 年の ISO/IEC Guide 73 の改正によって策定されたが、リスクの定義が 2002 年版の“事象の発生確率と事象の結果の組み合わせ”から、“目的に対して不確さが与える影響”に変更されている。また、2009 年版ではリスクには好ましい又は好ましくない双方のものがあるという前提に立っており、リスク対応では、保有、低減、共有、回避という従来の枠組みを捨てて、起こりやすさを変える、影響を変えるなどの要素が含まれるようになった。JIS ハンドブックでは、ISO で定められたリスク用語の英語および日本語訳と解説が詳しく記述されている。

ISO 31000 は、全ての組織、全てのリスクに適応できるトップレベルの文書を目指している。全てのリスクを運用管理するための汎用的なプロセスとそのプロセスを効果的に運用するための枠組みが提供されており、組織としてのリスクマネジメントの運営に必要な要素の説明と、各要素間の関連が示されている。これらはフローチャート等の図で関係がわかりやすく示されている。

コラム3. ICA-RUS（イカロス）⁹⁾について

環境省環境研究総合推進費、戦略的研究プロジェクト S-10「地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究」（2012～2016 年度）は、国立環境研究所地球環境研究センター室長江守プロジェクトリーダーを中心として、国内 15 機関の 44 名の参画者と約 40 名の協力者が参加しており、予算規模は年間 3 億円、研究期間は 5 年間である。“Integrated Climate Assessment-Risks, Uncertainties and Society”の頭文字から略称を「ICA-RUS」としている。

ICA-RUS は 5 つのテーマにより構成されている。

テーマ 1：地球規模の気候変動リスク管理戦略の総合解析に関する研究

テーマ 2：気候変動リスク管理に向けた土地・水・生態系の最適利用戦略

テーマ 3：クリティカルな気候変動リスクの分析に関する研究

テーマ 4：技術・社会・経済の不確実性の下での気候変動リスク管理オプションの評価

テーマ 5：気候変動リスク管理における科学的合理性と社会的合理性の相互作用に関する研究

テーマ 1 とその他のテーマ間では知見集約と研究調整が行われる。また、テーマ 2 とテーマ 3 の間では、生態系・農業リスク情報と地球物理学的リスク情報が共有されるなど、各テーマ間の連携を行っている。さらにそれぞれの検討結果は、概念検討タスクグ

ループ (TG)、シナリオ検討 TG、及び逐次意思決定 TG の検討結果も含めて全て「気候リスク管理戦略のための総合化会議」に集約され、総合的な議論が行われている（下図を参照）。

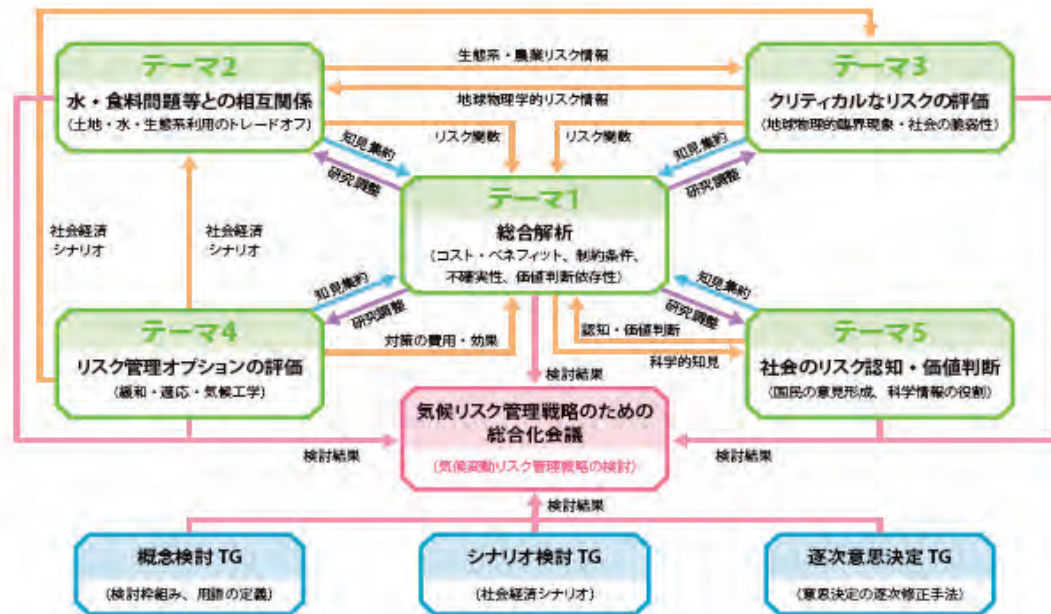


図 ICA-RUS の研究体制

空間スケールは地球規模、時間スケールは 100 年規模であり、自明な意思決定主体やリスク管理主体が存在しない問題を扱う。これを考慮して、リスク管理については、International Risk Governance Council (IRGC) のリスクガバナンスの枠組みを参考にしている。

気候変動影響リスクの包括的な検討のため、インベントリを作成している。項目の羅列としてのインベントリだけでなく、手作業に基づいてソフトウェアでリスク因果関係のグラフ化を行っている。リスク因果関係として、気温が上がり、強い雨が降ると、洪水が起きて、直接の被害が発生し、さらに二次災害的に感染症が流行する、といった連鎖の例が挙げられる。こうしたリスクの構造化のプロセスでは、知識集積だけでなく信頼構築の観点からも、ステークホルダーのフィードバックを得て、偏りや抜けを無くしていくプロセスが重要である。

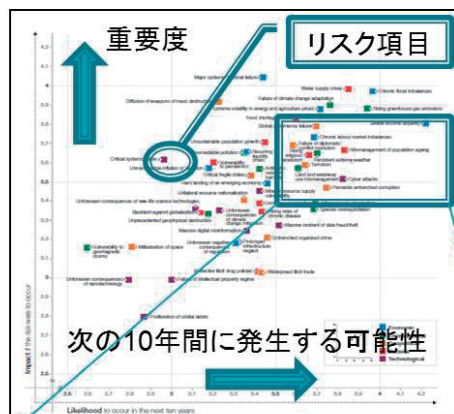
このプロジェクトでのリスク構造化の目的は、近未来よりも長期リスク発現確率を左右する意思決定、合意形成の支援を行うことである。気候変動枠組条約第 16 回締約国会議 (COP16) におけるカンクン合意にもかかわらず、目標の達成・影響の見通し、根拠、確実性には、対策積極派と慎重派の間で論争がある。こうした気候変動政策を検討するには、気候変動影響リスクと、対策に伴うリスクとのリスクトレードオフを考えなければならない、リスク構造を明確にする必要がある。「イカロス」という名には、こうしたリスクトレードオフの象徴としての意味も込められている。

コラム4. Global Risks Report¹⁴⁾

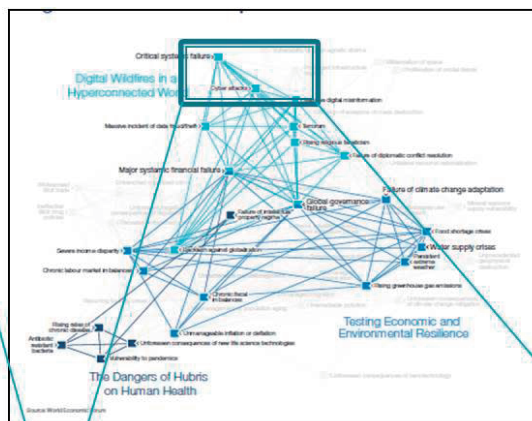
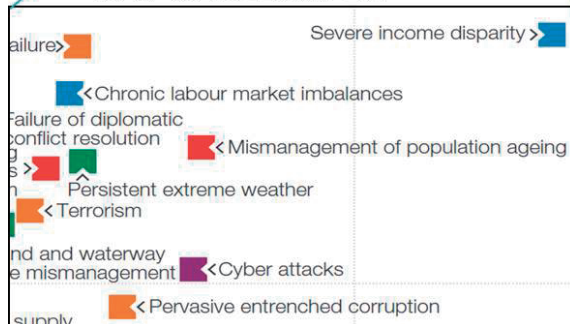
世界中の企業トップや政治家、有識者が集まるダボス会議の主催する非営利団体の世界経済フォーラム（World Economic Forum; WEF）は、2006年より毎年1冊グローバルリスク報告書（Global Risks Report）を発表している。欧米の複数の保険企業をパートナーに、WEF内に組織されたプロジェクトチームが編成されており、専門家に対するアンケート調査の手法がとられている。報告書では、専門家らの評価で上位になった項目を世界にとっての脅威、つまりグローバルリスクとして挙げ、個々のリスクの社会的インパクトや互いの関係性についても示している。

2013年の報告書では世界100か国以上から1000人以上の専門家に対してアンケート調査が行われた。ただし内訳は、40%以上の回答者が産業界に属し、女性は30%未満、ヨーロッパと北米の回答者が大多数ということもあり、意見の偏りがある可能性も指摘されている。

この報告書で注目すべき点は、下図のように、リスク間の互いの関係性について、その関係の強弱も含めてわかりやすく描かれていることである。報告書の目的にあるとおり、相互依存性が高まり複雑化した社会システムのなかで、課題解決を託された意思決定者がこれらリスクの相互関連を把握することは非常に重要である。



リスク項目の重要度マップ



リスク項目の関連性マップ



2-2 提案が実施されたときの効果

「分野横断型リスク知識プラットフォーム」は、次のような形のこれまでにない新しいリスク知識の獲得と利用の環境を提供する。

- 1) 各専門分野の研究開発で得た知見を分野には依存しない標準的な形式でプラットフォームに蓄積することにより、分野横断的にリスク知識を利用することができる。
- 2) 開発したソフトウェアやシミュレータ、データベースの情報を、プラットフォーム上で適切にリンクづけることにより、他分野でも共通に利用することができる。
- 3) 異なる専門分野でシステム開発に携わる研究者が、共通する方式で潜在リスクの問題に取り組む場と方法が与えられる。
- 4) リスク知識ベースの内容を複合的に検索・操作することにより、各分野の専門家・研究者や政策意思決定者が利用することができる。
- 5) リスク知識の情報ならびにその関連性を迅速に把握することにより、天災や人災によって発生しうる、潜在リスクを事前に評価することができる。

以上に基づいて、提案の効果と課題について述べる。

2-2-1 社会的・経済的效果

「分野横断型リスク知識プラットフォーム」が構築・運用された場合、以下の社会的・経済的效果が期待される。

- 1) リスク知識ベースを利用した効果的なリスクマネジメントによる社会的効果。
- 2) リスクを事前評価し、対策を立てることによって得られる経済的效果。

以下、これらについて詳しく述べる。

社会的効果

本プラットフォームのリスク知識は、まず、リスク問題に関わる専門家や政策意思決定者による利用を想定する。リスク問題に関連する知識を網羅的かつ整合的に利用することによって、迅速かつ合理的な意思決定支援に役立てることができる。本プラットフォームの研究開発にあたっては、とりあえず、国内のリスク事例やリスク研究成果を対象とする。しかし、共通形式で記述されたリスク知識は、他言語に機械的に翻訳することは技術的に容易である。前節に記述したように、世界各国のリスクの構造化、共有化に関する研究は継続的に実施されており、これら世界各国で蓄積されたリスク情報と連携することにより、リスク情報は、国際的に俯瞰的に利用できるようになると考えられる。これは、我が国における個別の先端的なリスク研究の成果を世界各国に発信することを可能とするものである。

本プラットフォームのリスク知識は、リスクが顕在化した場合にそれに直面する市民も利用することができる。すなわち、プラットフォームのリスク知識を参照することによって、Wikipediaを百科事典かわりに利用するように、各分野の専門家ばかりでなく政策意思決定者や一般市民が、潜在的・複合的なリスクに関する情報を容易に得ることができるようになる。

これは、一般市民に対するリスクに関するリテラシーの普及、リスクコミュニケーション

ンの普及につながる。このようなリスクコミュニケーションを支援する研究はすでに一部では実施されているが²⁰⁾、それをさらに一般的なものとしたのが本提案である。これにより、安全・安心社会の構築に資することが期待される。

経済的効果

大規模な自然災害が発生した場合の被害額は膨大なものとなる。たとえば、東日本大震災における直接的被害額は16兆から25兆円と試算されている。このようなリスクを事前に評価することは困難であるが、フォーサイトの方法によってあらかじめ複数の将来像を予見しておけば、本プラットフォームの知識を利用することでリスク評価を実施できるようになる。

災害発生後の対策立案時にも、本プラットフォームで連携したリスク関連システムを利用することで、迅速な対応がはかれるようになる。これにより、リスク評価が容易になり、損害を軽減することによって大きな経済効果が生まれる。たとえば、東日本大震災時には、車両に搭載されたGPSによって得られた車両の位置情報が、産業技術総合研究所などのチームによって共有され、急きょ、渋滞情報提供システムとして実現された。このようなシステムが実現できたのは、当該分野の専門家の知識に大きく依存するものである。本プラットフォームにおいて、リスク情報が共有できれば、さまざまな災害時対応システムが容易に実現できることが期待される。

これらの効果については、これまでの情報の蓄積がないために、定量的に評価することは難しい。しかしながら、本プラットフォームによって各専門分野のリスク知識が共有されるため、リスクマネジメントの支援と関連情報の提供が容易になる。したがって、損害軽減の経済的効果は、災害が複合的であるほど大きくなると予想される。

2-2-2 科学技術政策上の効果

第4期科学技術基本計画の中で、我が国の科学技術イノベーション政策は、特定の重点研究領域に集中する「分野重点型」から、社会が抱えるさまざまな課題に対応する「課題解決型」に大きく舵を切った。そして、科学技術イノベーション政策の全体像を課題解決型戦略パッケージとして打ち出していくことが要請されている。そしてこの政策は、2013年6月5日に閣議決定された「科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～」²¹⁾にみられるように最近の科学技術イノベーション政策に反映されている。このような政策運営の具体化に当たっては、中長期的視点から将来ビジョンを立てるとともに、課題解決に付随して発生することが予見されるリスクに対する評価方法やリスクマネジメント体制を確立することが不可欠である。

本プラットフォームは、これを容易にするための仕組みである。科学技術政策の実施に伴うリスクについて、たとえば、2013年7月に内閣府経済社会総合研究所より発表された「回復力のある社会の構築に求められる科学技術イノベーションに関する調査研究」研究会報告書²²⁾に見られるような事前検討やフォーサイトの材料として、本プラットフォームの情報を標準的な参照情報として利用すれば、政策意思決定に伴うリスクとベネフィットのトレードオフを分析できるようになる。

したがって、本プロポーザルで研究開発を計画している「共通利用可能な分野横断型リスク知識プラットフォーム」は、リスク関連の研究の深化に向けて、社会科学的な面でも、

通信・情報科学的な面でも、システム科学技術的な面でも、適切な粒度の研究プロジェクトの成立を促進するものであり、それぞれの専門分野のリスク研究と相乗効果をもたらすものとする。

2-2-3 人材育成への効果

本プロポーザルを作成するにあたり、さまざまな分野の研究者とリスク研究の実態についてヒアリング調査を実施した。その結果、環境・金融・土木・製品開発などの個別の専門分野においては、十分な質・量を備えた専門家集団が存在し、研究成果を蓄積していることが判明した。国立環境研究所におけるICA-RUSプロジェクトや統計数理研究所におけるリスクNOEはその典型例である。しかし、その一方で、特に我が国においては、リスクの問題について分野横断的な議論が可能な人材が著しく不足していることが明らかになった。さまざまな社会技術システムにおける複合的・潜在的なリスクの問題に対応することは、ひとつの最適化問題を解くことではない。すなわち、多種多様な関与者が存在する環境のもとで、パレート最適性・多目的最適化の問題を発掘し定式化する能力が必要とされる。「共通利用可能な分野横断型リスク知識プラットフォーム」に投入可能なリスク関連知識ならびにその知識ベースを利用することで、今後、分野横断的にリスク問題を扱える中堅・若手人材を育成することが可能となる。

2-2-4 共通リスク知識プラットフォームの構築に関する問題点

本プラットフォームの実装のための研究開発には国の関与が必要である。国が関与すべき問題には、リスク知識の利用方法、リスク研究専門家の養成、リスクマネジメント体制の3つが含まれる。現状では、災害対策や危機管理のシステムは一応整備され、官邸のオペレーションルームには各自治体と政府を結ぶ情報連絡ネットワークが構築されている。しかし、東日本大震災発生時には、各分野の専門家の力は十分に活かされず、災害対策の体制が有効に機能しなかった。防災科学やリスクにかかわる研究開発と実際の災害対策との間にはいまだギャップが存在する。

リスク知識の利用方法に関わる課題

リスク知識プラットフォームが実現された場合、これらの知識を世界各国で共有して利用することは自然である。この場合は、我が国の窓口を一本化し、OECDや国連などとの交渉を可能としないといけない。その際は、Linked Open Dataなどのプロジェクトに見られるような知識の記述方法の標準化が問題となろう。リスクマネジメントの領域においても、さまざまな国際規格と同様、国際的な標準化に対する対応が必要である。

また、リスク知識プラットフォームは、専門家ばかりでなく、一般市民も自由に参照し修正することが可能なオープンな開発とオープンな利用を前提とした提案となっている。このため、プラットフォーム上のリスク知識が統一化され、充実するにつれて、さまざまなリスク分野において、その脆弱な部分を見出すことが容易となる。したがって、この脆弱な部分の情報を抽出し、悪用することも可能となると考えられる。このような状況に対しては、インターネット上の自由やプライバシーに関する議論と同様な、モラルの向上が必然的に求められることになる。

分野横断的なリスク研究者の養成

現在のところ、特定分野のリスクに関する専門家は存在するが、個々の専門家レベルでは、潜在的・複合的なリスク問題を扱うことは難しい。このような課題に対しては、従来の縦型の研究開発組織や管理体制は不向きであり、研究者が自由に利用できるオープンかつ分散協調的な組織が必要である。特に、各専門分野に分散しがちな、システム志向のリスク研究者が集中して分野横断的に研究に取り組めるような新しい研究分野の創出が課題となる。分野横断型の研究者の集団が育つことによって、プラットフォームを利用し、潜在的・複合的なリスクに対応しうる各専門分野の人材も豊富になると考えられる。

リスクマネジメント体制の充実

米国やスウェーデンのような先進国においては、社会的なリスク問題に対応し、一般市民にリスク情報を提供するための恒久的な組織が維持されている。このような組織によって、技術的かつ社会的な観点からリスクの評価が可能となり、市民の間でリスクコミュニケーションが積極的になされるようになる。現在のところ、我が国には、欧米各国に設立されているリスクを統合して管理運営に携わる恒久的な組織は存在しない。提案するプラットフォームを有機的に運用するためには、それにふさわしい組織体制が必要である。

たとえば、Global Risks Report を定期的に発行しているのは、非営利団体の世界経済フォーラム (World Economic Forum; WEF) である。このための経費などは、保険会社などの寄付でまかなわれている。保険会社がリスクについての知識を整理獲得するために資金を提供することは当然であるが、国家プロジェクトとしてリスクプラットフォームを運用するとなるとその科学的・社会的妥当性について十分な議論が必要である。しかし、そうであるにしても「災害王国」である我が国にリスクマネジメントを主要業務とする組織が存在しないこと自体がいささか異常な状況であるといわざるをえない。

本プロポーザルで提案する共通リスク知識プラットフォームは、これを一元的に運用管理する組織が存在しなければその効果を発揮することができない。このような組織を創設することは、縦割り行政が支配している我が国においては、非常にチャレンジングな課題であり、ぜひとも解決すべき問題である。

3. 具体的な研究開発課題

3-1 概要

本章では、第1章の図1-1に示した、分野横断型リスク知識プラットフォームの基本的な利用方法とそれを実現するための研究開発の課題を述べる。プラットフォームの利用者の観点からは、次の4点が提案の特徴である。

- 1) 利用者は Wikipedia を使うかのように構造化されたリスク知識を操作できること。
- 2) 第2章で紹介した ICA-RUS プロジェクトのような最先端の研究成果を他分野の専門家が自由に利用できること。
- 3) 同じく第3章に示した C-ROAD や「2052」の情報提供ウェブに見られるようなソフトウェア資源を利用者が自由に利用できること。
- 4) Global Risks Report に見られるようなリスク構造化の俯瞰的な情報が科学的な根拠のある形で提供され、内容が定期的に更新されること、同時にこれらを、従来型のメディアによるレポートという形式のみならず、ICT システム上で利用でき、各専門分野におけるリスク研究資源を自由に利用できること。

本提案の技術的な基盤は、Wikipedia、ICA-RUS、C-ROAD、Global Risks Report など既存の成果に範をとっているが、分野横断的なリスク科学研究であるという点と、それを共有化して実装するための情報技術、システム技術を利用・開発するという点で大きく異なるものである。

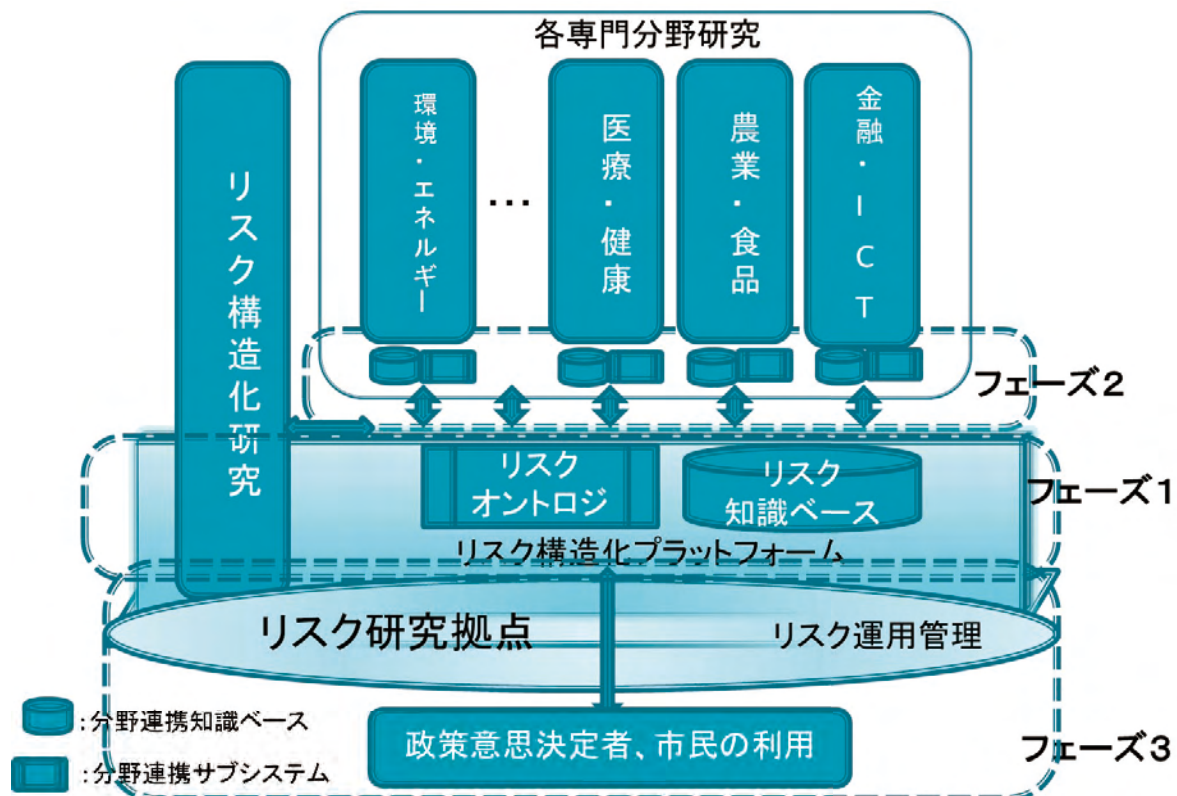


図3-1 分野横断型リスク知識プラットフォームの概念

以下では、このようなプラットフォームが、システム構築戦略研究²⁾の3つのフェーズにしたがって構築可能であることを示す。フェーズ1はプラットフォーム構築研究であり、国主導の分野横断型の研究開発プロジェクトによって実施される。フェーズ2は、各分野のリスク関連研究プロジェクトの研究成果をプラットフォームに取り込む作業であり、各研究プロジェクトの研究者の能動的な参加が必要である。フェーズ3はプラットフォームの社会実装と運用管理を行うものであり、恒久的なリスク研究拠点によってこの作業が行われる。このような考え方に基づいて構想した分野横断型リスク知識プラットフォームの概念を図3-1に示す。

フェーズ1で実現するリスク知識ベースとリスクオントロジーは、それぞれ、Wikipediaにおける説明事項本体と、その内容について形式を整えて他知識とリンクづけて表現するためのメタデータに相当する。このような形式でリスク関連知識をプラットフォームに投入するためには、フェーズ2において、各専門分野のリスク知識を標準的な形に変換し、各分野の資源とプラットフォームの知識とをリンクづける必要がある。ICTシステムとしてのプラットフォームはこのための機能を提供する。フェーズ3で実現するリスク研究拠点は、プラットフォーム上に蓄積したリスク関連知識を、他分野専門家、政策意思決定者、リスクに興味をもつ市民などの一般利用者に提供することができる。社会技術システムのリスク問題は非常に広範囲に及ぶため、それにかかわるステークホルダーも多い。各分野の専門家、政策意思決定者、一般市民の3者は欠かせないステークホルダーであり、これらのステークホルダーに科学的合理性と社会的合理性を備えたリスク知識を提供しつつけることは、今後の我が国のリスク問題を考え、ステークホルダー間のコミュニケーションを充実させる上で重要である。

3-2 プラットフォーム実現上の研究開発課題

フェーズ1では、理論面と技術面の研究開発課題が存在する。

3-2-1 文理融合型の理論研究課題

理論面では、社会科学観から「リスク社会」におけるリスク概念の明確化とその本質の理解が必要である。そして、当該分野以外の専門家、政策意思決定者、一般市民に対する、科学的合理性と社会的合理性の両方に基づいたリスク概念の普及方策について研究を進めなければならない。この際、参考となるのは、社会学者のベックによる「世界リスク社会」の概念である。これを現在の我が国の状況にあわせて、技術系のリスク研究者と社会科学者が共同して研究することは、本プラットフォームの普及のためには重要な課題となる。特に、リスク関連の研究成果や知識のプラットフォームへの投入を促すためのインセンティブを明らかにすることが大きな課題である。

従来の社会科学系の研究においては、比較的閉じたスクールの中で独自に精緻な研究がなされていることが多い。しかし、社会技術システムを対象とするリスク研究においては、開かれたグループによる、積極的な異分野交流研究が特に望まれる。フェーズ1においては、これらの成果を用いて、少なくとも一つの分野においてプラットフォームの概念が有効に働くことを、プロトタイプシステム上で実証することが必要である。

3-2-2 プラットフォーム実現上の技術的課題

技術面においては、プラットフォームに投入する知識体系をデザインすることと、リスク概念全般のシステムモデリングや共通する予測手法の実現が課題となる。その際には、システム科学・計算機科学・統計学・リスク科学などの研究者の協力体制が必要である。知識体系を整備する上で、研究開発上のキーワードとなるのが、さまざまな種類のデータの属性を形式的に整理し共通に利用できる体系とするオントロジー²³⁾の概念である。これによって、知識ベースに含まれるリスク概念を専門分野を超えて横断的に利用できるようになる。特にデータの変換とシステム間の接続を支える方式に関する研究開発が必要である。オントロジーに関する技術的・理論的な研究は、1980年代の人工知能ブームのころに開始された。最近では、オントロジーを開発するための支援ツールも充実してきており、情報科学以外の分野の研究者であっても、Linked Open Data (LOD)^{24), 25)} という形で容易に利用できるようなっている。このような考え方に基づいて、共通に利用すべきデータの公開が各国で開始されている。米国における Data.gov、英国における Data.gov.uk、EU 全般における European Union Open Data Portal、我が国における経済産業省による Open DATA METI などが関連する情報源である。これらをリスク構造化向けに特化し、共有し、利用が容易なように整備することは、本提案を実装する上で重要な課題となる。

システムモデリングや予測手法の実現については、さまざまなデータやシミュレータを容易に操作でき、統一的なインタフェースで取り扱えるような環境の整備が必要である。これによって、各分野の研究者がリスク関連研究の成果を簡便にプラットフォームに投入し、個別プロジェクトとの連携を可能とするようなツールやインタフェースが整備される。これらの開発においては、ソフトウェア工学の最新の理論を適用するとともに、認知科学的な観点から利用者の熟慮を促すような利用者インタフェースの研究開発が必要である。さらに、リスク関連の知識ベースを利用する一般利用者にとっては、通常のメディアで現在提供されている Global Risks Report のイメージをコンピュータ上で直接操作するような方式が有望である。C-ROAD のようなシミュレータや Global Risks Report で見られるような表現を高度な対話型インタフェースを備えるソフトウェアシステムによって実現することは、システム科学、計算機科学上の課題となる。

3-3 プラットフォームの機能を充実させるための課題

フェーズ2では、図3-1の各専門分野における研究で開発されたリスク関連のシステムを本プラットフォームに組み込むことになる。図中、各分野のリスク関連システムの下部に記述したシステムとデータベースの記号は、個別のリスク関連システムと本プラットフォームを連携させるための補助的な機能を意味している。フェーズ2における研究課題は、各分野の専門家とシステム科学者による構造リスク学、各分野のリスク関連知識の統合、実証実験とその評価の3つに分けられる。

構造リスク学の研究課題

プラットフォームの利用を前提としたリスク構造化研究は、各分野のリスク研究とは独立にリスク研究専門家によって実施される。これは、リスク概念のコンテンツ研究となる。その研究要素としては、統計数理研究所が中心となって進めている「リスク解析戦略研究」

(リスク NOE) で見られるような、リスク表出、リスク発見、リスク構造分析、リスク事前対応、クライシス対応の項目が必要である。その深化には、リスクを定量的に扱い統計的に分析する手法、リスク問題を多目的かつ多峰性の最適化問題として処理する手法、リスク問題を関与者間で系統的かつ整合的に議論するための人間・機械系を含む問題解決手法の研究が課題となる。

また、本プラットフォームを実用化するためには、各分野のリスク関連システムを順次プラットフォーム上に統合するだけでは不十分である。その中から共通の構造を抽出し、リスクに対処する共通の方法論を得ることができれば、それによって潜在的なリスクにも対応できる。そのためには、個別の研究分野を要素としてとらえ、複合リスクの構造をシステムとして理解することが必要である。そして、リスク知識ベースの機能と構成、利用方法を、各リスク分野の観点とシステム科学の観点から研究開発する構造リスク学の確立が課題となる。

リスク関連知識統合のための研究課題

フェーズ1で実現したリスク構造概念を統一的に整備し、その有効性と適用性を向上させることが課題である。そのためには、各分野でばらばらに用いられている専門用語を互いに自動的に翻訳し、統一化する研究が必要である。これにはオントロジーや LOD 研究の深化、ならびにそれに基づく標準化の促進が課題となる。また、個々のリスク関連システムでの分析やシミュレーションに利用するデータには、時間的空間的にまったく異なるスケールのものが存在する。これらのデータの変換やデータ互換性の確保は、技術上の大きな課題となる。たとえば、ICA-RUS では、数十年にわたる気候変動のリスクを対象としているが、その一方では、特定地域の水害リスクを対象にするためには、日単位の取り扱いが必要となる。本プラットフォーム上では、これらの情報を統一的に扱うことを検討しなければならない。

プラットフォームの機能の実証実験

個別のリスク関連システムを実装し、プラットフォームとしての実現可能性、社会受容性、費用対効果の健全性の評価を行う実証試験が必要である。この際の実証課題として、各分野の研究者のプラットフォーム利用に関する動機づけをどのように確保していくか、ステークホルダー間の調整をいかにはかるか、という人間的要素、組織的要素の問題が挙げられる。また、実際に個別のリスク関連システムをプラットフォーム上に統合するための期間・コストを評価する必要がある。

3-4 プラットフォームを運用するための課題

フェーズ3では、取り扱うべき各分野のリスク研究の範囲を大幅に増加させ、運用を継続する。ここで提案するようなプラットフォームは、いったん開発すればそのままで利用が継続するものではない。社会や環境が変化し続ける以上、リスクに関する新しい知識が発生した時にそれらを取り込む活動を継続すべきであり、それに伴ってこれを恒久的に維持管理するための組織が必要となる。

本プロポーザルで示したプラットフォームは、基本的に専門用語の意味の統一化と共通

利用の達成、各分野におけるリスク研究成果を最新の情報技術を用いてシステムとして構築するための枠組みであり、知識を投入・維持・管理するための基盤を提供するものである。その際に、すでに投入した知識ベースを利用して、各分野におけるリスク研究の新たな成果をプラットフォーム上に効率的に投入する方法を確立する必要がある。

リスク知識の投入にあたっては、さしあたって、我が国の研究支援が直接的に対応できる範囲を想定する。さまざまな分野の新しいリスク研究成果を、このプラットフォームに取り込むことは必要であるが、個別のリスク研究プロジェクトを直接的に支援して、リスク知識の投入を促す活動は本プロポーザルの範囲外とする。その理由は、個別のリスク研究の範囲は限りなく広く、すべてを含むような支援は本プロポーザルの枠組みでは不可能と考えるためである。

専門家が実施する研究開発プロジェクトのすべてに対して、本プラットフォームの情報を使って、あらかじめリスクアセスメントを実施できるような仕組みを確立する必要がある。そのためには、潜在的・複合的なリスクの現状を分野横断的に俯瞰し、リスク拡大防止のための複数のシナリオを分析し、さらには、社会的な影響を調べる意味でリスク概念の時間的な変化を計測し続けることが重要である。

また、リスク研究拠点を設置する問題は、リスク管理政策と密接に関連した複雑な意思決定問題であり、それ自身が社会技術システムとしての新たなリスクを引き起こす可能性もある。しかし、科学技術政策に関連する政策提言、リスク事象発生時の事実関係の把握やリスク拡大防止のための情報提供、研究開発のための戦略目標策定作業には、エビデンスに基づく議論が必要である。このような場合に、本プラットフォームは有用であり、総合的な観点から、利用方式の研究を進めていくことは重要である。そのためには、リスク構造研究の組織化と潜在的リスクの分野横断的研究を促進するための方法論の構築、また、プラットフォームの利用を促進し、潜在的なニーズをくみ上げるソフトシステム的な方法論の研究が課題となる。プラットフォーム上の知識ベースを充実させるためには、専門分野の研究者に対する動機づけが必要になる。そのためには、たとえば、科学研究費補助金による研究を含む、数多くの研究者が参画するような研究プロジェクトにおいて、研究エフォートの1～3%を使って当該研究に関連する潜在的・複合的リスクについて事前評価を実施することが考えられる。

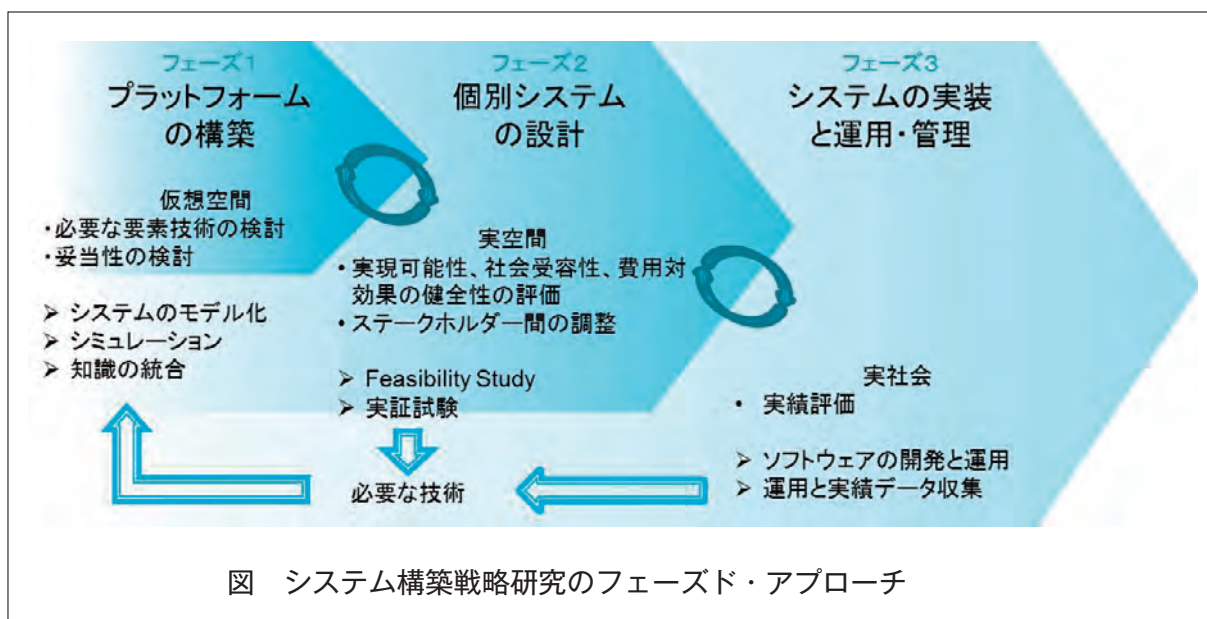
コラム5. システム構築戦略研究²⁾

システムを効率的にしかも適切に社会に実装するには、システムを構想し、システム構築の困難さを洞察し、複雑さを分解や統合を駆使して手際よく処理し、ステークホルダー間の調整を行うなど、さまざまなスキルが必要である。このようなスキルの基盤となる技法はいくつか提案されているが、体系的な科学はいまだ確立していない。したがって現状では、実装に至るまでのシステム構築の全プロセスを見通すための研究をあらかじめモデル空間で行うことから始めて、実際のシステム構築にかかわる困難さとリスクをなるべく軽減することが必要である。このような新しい研究開発のカテゴリーに属する研究の一つとしてシステム科学ユニットは「システム構築戦略研究」を提唱している。

システム構築戦略研究は最適化、ネットワークなどの体系的理論やプログラムマネジメントなどの技法を含む広範なシステム科学技術のツールを生かし、さまざまな社会的課題を解決するための望ましいシステムを構築することを目的としている。換言すれば、システム構築戦略研究は望ましいシステムの構築のあり方を戦略的に考え、実際に構築していく際の一連の手順を示している。ただし、システム構築に実際に着手した後も、評価、検証の任に当たるという意味で、システム構築戦略研究はシステム構築のプロセス全体を管理する役割も担っている。

システム構築戦略研究はシステム科学ユニットによって深化させられ、システム構築の手順は大きく分けて以下の三つのフェーズから構成されるのがよいとされるようになった。まず、対象システムの大枠の構想とそれにもとづく構築のためのツール(プラットフォーム)を作り上げること、次いでそれを用いた詳細なシステム設計と実証試験、そして最後に設計されたシステムを社会に実装しそれを運用管理することである。これらをそれぞれフェーズ1、フェーズ2、フェーズ3と定義している。ただし、フェーズ1－3は必ずしも時間的な経過の順番を示すものではない。フェーズ2の詳細なシステム設計と実証実験から始めて、その経験を基にフェーズ1のプラットフォームを構築する場合も考えられる。要素研究がすでに十分成熟し、実際のシステム構築が容易に可能になっている場合はフェーズ3からスタートする場合も考えられる。ただしその場合でも、フェーズ2、フェーズ1に戻って問題を一般的に定式化し、より高い視点からシステム構築の意義を再確認することが肝要である(下図を参照)。

これらの手順はシステム科学ユニットが提出したプロGRESSレポート「システム構築型イノベーションの重要性とその実現に向けて」の中でより詳しく紹介されている。またこのプロGRESSレポートの中で、本プロポーザルの内容がシステム構築戦略研究の具体例の一つとして取り上げられている。



4. 研究開発の推進方法

本研究開発の推進方法について、第3章のコラム5で述べたシステム構築戦略研究に基づく3つのフェーズにしたがって述べる。コラム5に説明したフェーズを本計画に即した概念で記述したのが、図4-1の研究開発の推進方法である。いずれのフェーズにおいても、分野横断型の接近が不可欠である。

本提案は、個別の研究の実施から社会実装までを視野に入れた「課題解決型」の研究である。すなわち、フェーズ1、2の研究において、5年間程度のプラットフォーム構築研究を実施し、その間にリスク研究拠点を整備する。そして、フェーズ3において最終的にはこのリスク研究拠点が中心となってプラットフォームを恒久的に維持できるような体制をつくる。



図4-1 TPRKの研究開発推進方法

4-1 フェーズ1：プラットフォーム構築研究

本プラットフォームの構築研究においては、国主導の研究プロジェクトを5年程度の期間で実施する。その際には、3つの視点から研究を推進する必要がある。

まず、社会科学・リスク科学の観点から、「リスク関連知識」の理論づけと、その利用に伴って発生する情報リスクの問題を研究する。この際には、我が国を含め各国において進展している LOD の公開と共有時に発生するプライバシー保護などの課題を考慮する必要がある。ここで明らかにすることが期待されるのは、互いに関連する各国のリスク研究の中に本プラットフォームの意義を位置づけ、リスク社会における、専門家・一般市民・政策意思決定者の利用方法の意味を明確にすることである。

次に、プラットフォームを実現する上での技術的課題の解決を目的に、システム科学・計算機科学・統計学などの専門家による開発プロジェクトが必要である。この実施にあたっては、システム構築研究の要素が強いという点において本提案と類似している既存の国家主導プロジェクトと同様の体制をとる。たとえば、CRESTの研究領域「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」²⁶⁾で採用さ

れているようなチーム編成、及びシステム構築の仕組みが考えられる。つまり、複数のチームによるシステム要素研究を2～3年先行させ、複数のプロトタイププラットフォームを研究開発し、ついで、後半の2年間でそれらを統合したプラットフォームを開発する、といった体制である。

最後に、プラットフォームを利用するための各専門分野からのリスク関連知識投入・構造化作業が不可欠である。これについては、環境・金融・都市問題などに関する既存プロジェクトの発展形として各分野の専門家の参画が必要である。ここで、フェーズ2における本格的なリスク関連知識の統合化を行う上での問題点を摘出する。

4-2 フェーズ2：各分野でのリスク研究のプラットフォームへの取り込み

各分野でのリスク研究を本プラットフォームへ取り込むには、すでに研究開発が進展しているリスク関連のプロジェクトの関係者の協力を得て、適切なリスク関連知識をプラットフォーム上に投入し、各専門分野のシステムと連携して運用可能な状態にすることが必要である。これらの研究開発プロジェクトは多岐にわたるので、個々のプロジェクトごとに研究支援を行うことは不可能である。したがって、各プロジェクトに協力を仰ぎ、1～3%程度のごく少量の-effortを割くことで知識ベースの構築をはかる。各研究プロジェクトでは、それぞれの分野で用いられるリスク概念を構造化して知識ベースに投入することと、研究成果として得られたソフトウェアシステム、シミュレーションシステム、データベース等とプラットフォーム上の情報とのリンクづけを実施することが必要となる。

この際、最近、研究の進展が著しいオントロジー構築、LOD利用などの研究開発を進展させ、適用をはかることが重要である。このために、フェーズ1の段階から適切に選定した研究開発プロジェクトについては、ベンチマークとしての評価実験への参加が必須となる。これについては、フェーズ1の後半から3年程度の期間を想定する。フェーズ2が終了した時点において、プラットフォームの理論的・技術的な枠組みが完成し、複数の研究開発プロジェクトに関するリスク情報が利用できるようになる。さらに、本プラットフォームに蓄積するリスク知識としての研究成果の社会的受容性と費用対効果の健全性を評価し、各分野の研究者とリスク研究者の調整をはかる。同時に、各分野のリスク研究者のインセンティブを維持・向上させる施策を考慮する必要がある。

4-3 フェーズ3：プラットフォームの運用

本プラットフォームの運用にあたっては、バーチャルにせよリアルにせよ、また分散型にせよ集中型にせよ、プラットフォームの維持・運用・管理を業務とするリスク研究拠点の設置が必要である。これは、システムの社会実装を行う上の組織体であり、フェーズ1のシステム構築の終了以前に組織化する必要がある。

リスク研究拠点は、リスク研究を主導し、各分野の研究プロジェクトにおいて、リスクプラットフォームの利用を促進普及させる役割をもつ。このリスク研究拠点は、各国立大学に設置されている共同利用施設としての情報メディアセンターのような役割を担う。すなわち、各専門分野の研究者やリスク問題の解決が必要な意思決定者や一般市民が、リス

ク分野の専門家のアドバイスを得ることができ、リスク知識の共有を促進するような役割をもつ。また、プラットフォームのもつ機能の維持・向上のための人的資源・予算の措置が必要である。

その後には、恒久的に、以下のような運用に携わることとなる。

- 1) 科学技術政策に関連する提言に必要な資料の提供。
- 2) リスク発生時の事実関係の把握とリスク拡大防止のための情報提供。
- 3) 新しい研究開発施策に関する戦略目標策定作業でのリスクアセスメントにおける利用。
- 4) 各専門分野のリスク研究を利用した科学的根拠に基づく「リスクレポート」の定期的発刊。
- 5) 各専門分野研究におけるリスクアセスメント作業の支援・補助資料の提供。
- 6) **Global Risks Report** に報告されているような「リスク」概念の変化をデータに基づいて計測し、リスク項目とその関連性の変化を観測すること。
- 7) 専門家や政策意思決定者、一般市民に対して、リスクに関するリテラシーの教育・普及を行うための利用。

これらの活動は政策意思決定にかかわるものであり、科学的根拠に基づく議論と政治的な意思決定問題に関する議論の両方に対処しなければならない。そのためにも本プラットフォームを活用することにより、複数のシナリオを策定して、リスク問題の関与者の間で、試行錯誤を繰り返す必要がある。特に、項目7)は、科学技術振興機構が実施している「リスクに関する科学技術コミュニケーションのネットワーク形成支援」プログラム²⁷⁾に見られるような利用法である。

これらにより、我が国のリスクに関するリテラシーの普及・深化に向けて、行政官、企業産業、市民、それぞれの立場から、また学術研究の観点から、プラットフォームの維持・運営・管理を継続する必要がある。そして最終的には、各分野の専門家による研究開発プロジェクトに対して、本プラットフォームの情報を使って、あらかじめリスクアセスメントを実施できるような仕組み・体制を構築する。このような拠点の構築によって、「国家安全保障会議（NSC）」のような組織に対して、恒常的に科学的な情報提供を行うことができるようになる。

付録 1. 検討の経緯

1. フィージビリティスタディの経緯

本プロポーザルは、従来の JST/CRDS での活動と異なり、チーム活動が開始される以前の段階で、以下のような経緯でフィージビリティスタディを実施している。

2011 年度、それまで検討されてきた社会的期待・邂逅横断グループによる「社会的期待に関する検討」において、課題「レジリエントな社会を構築する」の中から、「社会的潜在リスクの発見技術」が戦略スコープ案として選定された。同年度、「潜在リスクの発見フィージビリティスタディ（F S）」を発足し検討を開始した。「潜在リスク」の定義、その発見の試みとその共通認識や手法の探索を課題にあげ、調査を試みた。

メンバーは、以下の通り。

チームリーダー：木村英紀（システム科学ユニット 上席フェロー）

関根 泰（環境・エネルギーユニット フェロー）

武内里香（システム科学ユニット フェロー）

寺野隆雄（システム科学ユニット フェロー）

前田知子（政策ユニット フェロー）

安岡善文（システム科学ユニット フェロー）

協力：増田耕一（環境・エネルギーユニット フェロー）

当初計画として、社会と自然環境の複雑な構造（状態変化）全体に隠れている潜在リスクを発見する技術開発を目標にした。特に社会的潜在リスクの中でも、サイバーテロ、金融危機、資源問題を含めた安全保障、食糧問題、インフラの劣化、通信システムの途絶など、社会と技術と人間の相互関係が引き起こすリスクを仮想空間の設定とそこでの大規模なモデリングとシミュレーションにより定量的に予測し、それに対処する最適な方策を確立することを目指した。

5 ヶ月間の調査期間中 12 回の会合、5 回、7 名への有識者インタビューを行った。インタビューした有識者は以下の通り。

椿 広計	統計数理研究所リスク解析戦略研究センター	センター長	2012 年 4 月 13 日
古田 一雄	東京大学大学院工学系研究科システム創成学専攻	教授	2012 年 4 月 18 日
津本 周作	島根大学医学部情報ネットワークセンター	センター長	2012 年 6 月 14 日
鷲尾 隆	大阪大学産業科学研究所	教授	2012 年 6 月 14 日
荒川 研一	りそな銀行リスク統括部金融テクノロジー G	グループリーダー	2012 年 6 月 20 日
石津 俊輔	りそな銀行リスク統括部金融テクノロジー G		2012 年 6 月 20 日
山口 裕文	東京農業大学専門：「ポストハーベスト学」	教授	2012 年 7 月 5 日

調査検討の結果、以下のような考察がなされた。

現代社会は常に大小さまざまなリスクに直面しており、我々は日々リスクの危険と背中合わせで生活していると言ってよい。それらのリスクの多くは文明の進歩、すなわち科学技術の発展が生み出したものであり、「安全・安心な社会」が科学技術の目標のひとつに挙げられているのは、このことを端的に示している。

持続性社会を脅かすリスクはいくつも挙げられるが、その主要な発生原因が科学技術の進歩にあることも関係して、それらのリスクの間には相互関連がある。一つのリスクが別のリスクを生み出したり、そのリスクが事態を深刻化させる要因になっていたりすることは珍しくない。また、異なるリスクが発生原因を共有していること、さらに複数のリスクがお互いに強め合う因果関係を構成し、その関係自体が新しいリスクを生み出している場合もある。このように、現代社会が抱えるさまざまなリスクには強い相関関係があるが、必ずしもそのすべてが顕在化しているわけではないため、科学的な分析を必要とする場合も少なくない。このようなリスクの相関関係の分析を通してその全体構造を明らかにすることは、リスクの背景となる現代社会の脆弱な仕組みを明らかにし、それを克服するための重要な第一歩になると思われる。複雑化・グローバル化、システム化が進みつつある現代社会は、リスクの相乗効果が新しいリスクを生み出す可能性を強く孕んでおり、潜在的なリスクがリスク相互作用の中に潜んでいることも十分考えられる。従って潜在リスクを早期に発見しその対策を講じるためにも、リスクの相互関連の分析と構造化が必要である。

上記の検討結果をもとに、本戦略プロポーザルを作成するための「リスクの構造化」チームが発足した。

2. これまでの主な活動

1の経緯のもと、戦略立案を検討すべきテーマとして「リスクの相互関連の構造化と潜在リスクの発見」が取り上げられ、2012年10月よりリスクの構造化チームの活動が開始された。チームでは定期的な会合を開いて継続的な議論を行うとともに、文献調査、有識者調査、ワークショップなどを通じて、提案内容を具体化していった。

有識者調査では、以下の方々にご意見を伺った。

高橋 信	東北大学大学院工学研究科技術社会システム専攻	教授	2012年12月25日
椿 広計	統計数理研究所リスク解析戦略研究センター	センター長	2013年1月15日
江守 正多	国立環境研究所地球環境研究センター気候変動リスク評価研究室	室長	2013年1月22日
山口 高平	慶應義塾大学理工学部管理工学科	教授	2013年5月15日
椿 広計	統計数理研究所	副所長	2013年7月9日
杉本 武夫	損害保険料率算出機構	リスク業務室長	2013年9月26日
丸楠 暢男	損害保険料率算出機構	火災・地震保険部地震グループリーダー	2013年9月26日

本提案に至るまでにチーム内でなされた議論、有識者調査などにより定めた視点を以下に示す。

- ・分野（環境、医療、金融、ネットワーク、…）ごとにはある程度リスクの研究はある
- ・分野ごとの主要概念の意味合いの違いが存在する
- ・分野ごとにリスク概念の構造化の必要性は高い
- ・専門家の知識にバイアスが存在するので従来手法での集約は困難
- ・「予測可能性」への期待と混乱がある。「予測」から「シナリオ」分析へ

3. ワークショップ概要

1. 開催概要

1-1 背景と目的

環境問題や金融問題など社会全般に影響を及ぼす全体リスク（システミック・リスク）への対応は現代社会において焦眉の課題。2012年度に発足した「リスクの構造化」チームでは、これに対応するための調査研究を実施してきた。その中で、システミック・リスクを明確に把握するための、分野横断的な共通フォーマットを開発し、共通モデルで俯瞰・議論ができる関連知識プラットフォームを実現することが必要との認識に至った。

リスクの概念は一般に、生起する事象の確からしさとそれによって引き起こされる負の結果の組み合わせで定義されるが、社会経済システムに大きな影響を与えうるリスクは、「確からしさ」の測定と「負の結果」に対する評価バイアスの観点から直截的に評価することは難しいと考えられる。また、これは、単独の原理原則では見通すことは不可能であり、分野をまたがる複雑な因果関係を考慮した対策が必要となる。

その一方、現状としては、環境・医療・金融・ネットワークなどさまざまな分野において、ある程度の研究の蓄積は存在する。しかし、分野ごとに主要概念の意味合いの違いが存在し、分野横断的な、概念の翻訳やデータ・知識の交換可能性を保証するシステムはない。また、信頼性工学・リスク学・レジリエンス工学等の最近の研究成果が個々の分野のリスク研究に普及していないのが現状である。

したがって、このようなリスクの全体像を効率的かつ的確に把握するためには、さまざまなリスクを分野横断的な共通フォーマット、共通モデルで俯瞰、議論できるプラットフォームの構築が必須。そして、このプラットフォーム上で、リスク概念を管理し、リスクに関するシナリオ分析を可能とする運用組織の構築が望まれる。

海外では専門家によるアンケートベースのリスクの構造化プロジェクトが継続していて、また、国内においても分野に限ったリスクの構造化が実施されている。しかしながら、これらの研究開発は部分的なものにとどまっている。根拠に基づくリスク評価を可能とする分野横断的なプラットフォームを構築するためには、まずは共通に使用できるリスク分野の用語の体系の整備が必要。本ワークショップでは、このための、プラットフォームの実現手法、研究提案におけるリスク評価を課題として提示する。

本ワークショップの目的は、有識者との議論を通じて、研究開発における技術的ボトルネックの把握と今後の課題抽出、公的資金を投入する意義の明確化、研究推進にあたって必要な方策などをより具体化することとした。

1-2 日時・場所・参加者

日 時：2013年7月25日（木）13時～17時45分

場 所：JST 東京本部別館 2階会議室 A-1

参加者：

講演者（敬称略、五十音順）

江守 正多	（独）国立環境研究所地球環境研究センター 室長
北村 正晴	（株）テムス研究所 代表取締役・所長、東北大学 名誉教授
鈴木 和幸	電気通信大学大学院情報理工学研究科総合情報学専攻 教授
高安美佐子	東京工業大学総合理工学研究科知能システム科学専攻 准教授
橋田 浩一	東京大学大学院情報理工学系研究科ソーシャル ICT 研究センター 教授

コメンテータ

兼田 敏之	名古屋工業大学創造シミュレーション工学専攻 教授
高橋 真吾	早稲田大学創造理工学部経営システム工学科 教授
高橋 信	東北大学大学院工学研究科技術社会システム専攻 教授
田名部元成	横浜国立大学大学院国際社会科学研究院 教授
出口 弘	東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻 教授
増田 耕一	（独）海洋研究開発機構地球環境変動領域 主任研究員

コメンテータ（CRDS）

鈴木 久敏	システム科学ユニット	特任フェロー
船橋 誠壽	システム科学ユニット	特任フェロー
本間 弘一	システム科学ユニット	特任フェロー
豊内 順一	システム科学ユニット	フェロー
松尾 敬子	政策ユニット	フェロー

事務局

CRDS リスクの構造化チーム

木村 英紀	システム科学ユニット	上席フェロー
寺野 隆雄	システム科学ユニット	フェロー
シンジャワ	システム科学ユニット	フェロー
藤井新一郎	システム科学ユニット	フェロー
西村 佑介	ライフサイエンス・臨床医学ユニット	フェロー
富川 弓子	システム科学ユニット	フェロー

1-3 プログラム

オープニング

13:00～13:05	開催挨拶	木村上席フェロー
13:05～13:20	趣旨説明	寺野フェロー

セッション 1

「リスク研究についての講演」

司会：寺野フェロー (CRDS)

13：20～13：50 高安教授「システミックリスク 統計物理学の視点から」

13：50～14：20 鈴木教授「リスクモードに着目した未然防止とそのシステム」

14：20～14：50 江守室長「地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合研究 ICA-RUS / イカロス」

14：50～15：20 北村所長「レジリエンスとリスク」

15：20～15：50 橋田教授「データ共有と自立分散協調型社会」

15：50～16：05 (休憩)

セッション 2

「全体討論」

司会：寺野フェロー (CRDS)

16：05～17：00 全体討論

おわりに

17：00～ 今後の方向性等 寺野フェロー
閉会挨拶 木村上席フェロー

2. 講演概要

高安先生からは、統計物理学の視点から人間の行動・社会・経済の現象が構成要素の特徴や相互作用に法則性を見いだせる科学の土俵にのせられるようになってきたことが紹介された。鈴木先生からは、事故、故障などの未然防止に過去起こったものを一般化する帰納的アプローチと、ニーズからどう達成していけばいいかを考えるシステムのアプローチとがあることが述べられた。また、信頼性工学でやってきた手法は未然防止につながり、いろいろな分野で、リスクモードに対して考えていけば、かなりのものは共通的に取り扱えるのではないかと述べられた。江守室長からは、ICA-RUS の取り組みが紹介された。北村所長からは、レジリエンスエンジニアリング (RE) における大規模システムの特徴が紹介された。また、システムをレジリエントにする基本方策についても述べられ、「リスクの構造化と利用」という観点からは、リスクマネジメントスキームの導入と、Prescriptive 提案の導入が必要との示唆があった。橋田先生からは、個人データを本人が蓄積・管理し、相手とデータの種類を自由に選んで安全に共有・活用するための仕組み (Personal Life Repository (PLR)) の紹介があった。さらにこの仕組みの上に、オントロジーに基づいて、構造化されたグラフを編集する形や数量ではなく、意味構造に着目した重要性の評価もできることが述べられた。

3. 全体討論概要

「リスク構造化プラットフォーム」の実現性について議論した。

個別の専門分野研究とプラットフォームとの関係、プラットフォームを実現する方策な

どが、議論された。近年発展している情報通信技術を使えば、手間をかけずに共通用語を整備でき、異分野の研究者同士のコミュニケーションを助け、ほかのドメインのリスク管理の方法がこちらにも使えるのではないかという相乗効果が期待された。また、ステークホルダーの関わり方やアウトプットイメージについても言及され、「リスク」というデータの出にくい部分についても、プラットフォームを実現する上で細かく考慮される必要があることが提案された。

本ワークショップの詳細については、「CRDS-FY2013-WR-10：科学技術未来戦略ワークショップ 共通利用可能な分野横断リスク関連知識プラットフォームと利用体制」をご参照いただきたい。

付録2. 国内外の状況

1. 既存のリスク研究の方法論

1) 信頼性工学・品質管理から

以下の4つの手法は、故障にいたるイベントを数え上げ、それらの発生確率を与えることによって、対象システムの故障の影響を分析しようとする方法論である。

・フォールトツリー解析 (Fault Tree Analysis, FTA)

フォールトツリー解析は、下位項目または外部事象、もしくはこれらの組合せの故障モードのいずれが、あらかじめ想定した故障モードを発生させるかを決定するための、ツリー形式で表された解析方法である。この方法では、その発生が好ましくない事象について、発生経路、発生原因及び発生確率をツリーにそって計算して解析を実施する。すなわち、発生頻度の分析のために、原因となりうる潜在的な危険イベントを論理的にたどり、それぞれの発生確率を加算し、基本的な事象が起こりうる確率を算出する。なお、FTAは、望ましくない事象に対しその要因を探る、トップダウンの解析手法を特徴とする。

・故障モード影響解析 (Fault Mode and Effect Analysis, FMEA)

故障モード影響解析は、システム設計の不完全な点や潜在的な欠点を見出すために構成要素の故障モードとその上位アイテムへの影響を解析する技法である。フォールトツリー解析がトップダウン手法であるのに対し、FMEAはボトムアップ手法という違いがある。ここで故障モードとは、故障状態の形式による分類であり、故障をもたらす不具合事象の分類を意味する。FMEAは、システムの構造・機能の把握、対象部位の選定、要求機能の記述、故障モードの列挙、その影響分析、原因の記述、影響の厳しさ・頻度・検出可能性の評価、危険優先指数の分析と対策立案の手順によって進められる。

・イベントツリー解析 (Event Tree Analysis, ETA)

イベントツリー解析では、ある故障や事故の発生原因を想定し、それに引き続いて起こる事象や対策の発生確率を考えることにより、その結果生ずる事象ならびに最終事象に至る過程とその発生確率を計算する手法である。ETAでは、イベントツリー(ET、事象の木)と呼ばれる樹形図が用いられる。これは、左端に起点となる不具合(初期事象)を置き、右に向かって時系列に事象の進展や対策などを展開していき、その対策が成功(適切な対応)した場合と失敗(不適切な対応、誤作動など)した場合を上下に分岐させたものである。

・原因結果解析 (Cause Consequence Analysis, CCA)

原因結果解析は、FTAとETAを組み合わせた手法で、イベントツリーによって事故シーケンスを展開させながら、同時に起因事象および各安全防護機能の失敗事象をトップ事象とするフォールトツリーを作成するものである。したがって、CCAを実行すれば、すべての事故シーケンスが特定され、同時に各事故シーケンスの原因解析を行うことができる。

- ・品質機能展開 (Quality Function Deployment, QFD)

品質機能展開は、製品開発の際、十分品質の高い製品を製造するために、設計段階から品質に配慮するための手法である。品質を高めるために、具体的に設計段階で何をすべきかは必ずしも自明ではない。品質機能展開では、この整理のために2次元の表を利用する。表の行に目的とする品質（要求品質）を、列に直接管理可能な要素（品質要素）を記入した品質要求展開表を用いて、互いの関係付けから重要性の高い品質要素は何かを明らかにしていく。

2) レジリエンス工学から

レジリエンス工学の観点からも、いくつかの分析手法が提案されている。以下は、その中のひとつである。

- ・機能共鳴事故モデル分析 (Functional Resonance Analysis Method, FRAM)

機能共鳴事故モデルは、システムを構成する機能同士の変動がどのように連鎖し、共鳴して事故が起こるかという状況を表す事故分析モデルである。さまざまな活動が連鎖する動的なシステムにおいて、想定外事象（「ゆらぎ」）の発生に対して、その増幅や吸収などの状態変化を把握、予測するための方法論である。FRAMでは、各活動の入力（Input, I）、時間（Time, T）、資源（Resource, R）、制御（Control, C）、前提（Precondition, P）の観点から潜在的な「ゆらぎ」の抽出と、その影響伝播を説明できる。

3) ソフトウェア工学から

ソフトウェア工学の研究からは複雑なシステム要求に関する仕様を厳密に記述するための手法が数多く開発されている。特に、オブジェクト指向分析設計（Object-Oriented Analysis and Design, OOAD）において以下のような方法が使われている。ここで、オブジェクト指向分析設計とは、ソフトウェア（システム）を相互作用するオブジェクトの集まりとしてモデル化（オブジェクト指向モデリング）する、オブジェクト指向に基づくソフトウェア開発の方法である。

- ・統一モデリング言語 (Unified Modeling Language, UML)

UMLは、システムをモデル化して図示するための表記法を規定したものであり、オブジェクト指向設計で用いられる標準的なモデリング言語である。これによって、ソフトウェアを含むシステム全体の仕様を厳密に記述することが可能となる。UMLの仕様は、オープンであり、オブジェクト指向技術の標準化団体であるOMG（Object Management Group）によって認可されている。

- ・ユースケース図

ユースケース図は、UMLで定義されている表記法のひとつであり、システムに対する要件を特定するために使用される。システムには、どのようなアクタ（利用者）が存在するのか、それぞれのアクタはどういった操作（ユースケース）をするのかを記述する。一般的に、ユースケース図はシステムの要求を定義する際に利用される。

2. 海外の主要なリスク研究機関

●大学以外の機関（公的機関・非営利機関・民間機関）

【米国①】 国家環境保護局（United States Environmental Protection Agency, EPA）

EPA の研究開発ラボの一つに National Risk Management Research Laboratory (NRMRL) が設置されている。大気汚染、気候変動、陸水・生態系保全、土壌・廃棄物の浄化、持続可能な技術、技術アセスメントと移転、水インフラ・水質汚染に関するプロジェクトが実施されており、分野を横断した環境リスクの発生についての分析を行っている。法律や社会対応も含めた最良のリスクマネジメント方法の研究開発を目指している。

【米国②】 連邦緊急事態管理庁（Federal Emergency Management Agency of the United States, FEMA）

洪水、ハリケーン、地震などの天災や、テロなどの人災も含めた災害時の連邦機関、自治体、当該地の地元機関の業務調整を担う機関である。各種の災害が企業の経済システムに及ぼす影響、市民の生活レベルに及ぼす影響まで詳細に調査され、災害時の行動規範が作成されている。企業や市民に対する平常時の教育・訓練や、災害マニュアル策定の支援も行っている。

米国では 20 世紀半ばまで自然災害に対応する政府機関が公共道路局や陸軍工兵隊などさまざまな部局に分散していたが、ハリケーンや地震災害が 1970 年代までに相次いだことにより、災害対応部局の一元化を目指して 1979 年に FEMA が設置された。現在は国土安全保障省の下に置かれている。

【欧州①】 Federation of European Risk Management Associations (FERMA)

ヨーロッパの産業界を中心に結成された組織である。本部はベルギー。公・民に関わらず、「組織」のリスクマネジメントの概念を深めている。組織にとってリスクとなりうる要因、そのマネジメント方法についての調査および普及を行っている。

【欧州②】 国際応用システム分析研究所（International Institute for Applied Systems Analysis, IIASA）

オーストリアにある民間研究所。Risk, Policy, and Vulnerability という研究プログラムが進行しており、① Water and Resilience、② Decision and Governance、③ Disaster, Adaptation & Development の 3 グループが大きく組織されている。社会や経済、エコシステムにおけるリスクや脆弱性を分析するとともに、自治体と協力してシステム科学的な方法による実際の社会における課題解決にも参画している。

【オーストラリア】 科学産業研究機構（The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, CSIRO）

国の課題に対する科学的な解決を目的とした National Research Flagship Program のもとで、Digital Productivity and Services という課題が 2012 年から、予算規模 4,000 万豪ドルで開始されている。レジリエントな経済維持を目標に、サービスイノベーションによる生産性の向上とデジタル経済の成長のための技術開発を行っている。具体的な研

究分野として① Government and Commercial Services、② Health Services、③ Smart Secure Infrastructure、④ Australian Center for Broadband Innovation の4つが設定されており、これらを横断した形で並行して農業、自然災害、情報化社会等を含む、オーストラリア経済に影響を及ぼすリスクに関する研究も行われている。

【世界規模①】ロイズ (Lloyd's)

ロンドンにある世界的な保険市場。保険の対象となりうる事柄あるいは市場経済に影響を及ぼす複合リスクについて、幅広く大学や民間企業に在籍する各専門分野の専門家と共同で調査を行っている。各論の調査報告書は公開されているものもあるが、具体的なリスクの関連性についての資料は公開されていない。

【世界規模②】世界経済フォーラム (World Economic Forum)

スイスに本部のある民間団体。ダボス会議の主催者として知られる。World Risks Report を発行している。詳しくは、前述コラム4を参照。

【世界規模③】国連

国連国際防災戦略 (UNISDR) では、各国の自然災害 (地震、洪水、地すべり、サイクロン、複合型) の発生頻度、死亡数や経済損失などの被害に関するデータを集めて、Global Risk Data Platform (ウェブサイト <http://www.preventionweb.net/> 内) で公開している。また、「GAR Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction」を隔年で発行しており、自然災害のデータとともにリスクマネジメントの方法についての有識者の論文を集めている。

国連開発計画 (UNDP) では、UNISDR とともに、Global Risk Identification Programme (GRIP) を支援しており、“Better risk information for sound decision making”の考えのもとエビデンスベースなリスク情報の収集と政府機関への提供を行っている。

●分野横断的な複合リスクの研究を行っている大学内組織

(ITセキュリティなど、特定分野のみ研究を行っている組織は含まれていない。)

- ・ Center For Hazards & Risk Research (CHRR) , Columbia University (米)
- ・ Wharton Center for Risk Management, the University of Pennsylvania (米)
- ・ Carnegie Mellon Center for Human Performance and Risk Analysis, the University of Wisconsin-Madison (米)
- ・ Bristol Environmental Risk Research Centre (BRISK) , University of Bristol (英)
- ・ Oxford Martin School, University of Oxford (英)
- ・ University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) (独)

付録3. 専門用語説明

・社会技術システム (Socio-Technical System)

社会技術システムとは、生産、情報通信、交通、物流、商取引、医療、電力など、社会に利益、便益を与える社会的存在となる技術システムを意味する。社会技術システムに伴う問題を解決するには、技術面ばかりでなく、その社会的影響までを考慮する必要がある。

・リスク社会・危険社会

社会学者であるベックが提唱した概念である。現代社会においては、個別の事象にかかわるリスクを考察することはもちろん、それらの相乗効果が新しいリスクを生み出す可能性を考慮する必要がある。これらは、産業社会が頂点に達した 20 世紀後半以降に世界的に発生した状況である。彼は、豊かさに伴って生ずる環境破壊や技術産業上のリスクは不可避であると論じ、リスクの議論において専門家のみによって解決できるものはないと主張している。

・オントロジー

情報関連の学術領域において、オントロジーとは、特定の領域内の概念とそれらの概念間の関係の集合としての知識の形式的な表現である。オントロジーは、特定領域の概念情報をモデル化するため使われる。オントロジーは、情報を組織化する構造的フレームワークであり、世界またはその一部についての知識表現の形として、人工知能、セマンティック・ウェブ、システム工学、ソフトウェア工学、図書館情報学などで使われる。

・セマンティック・ウェブ

現在のワールド・ワイド・ウェブ上の情報は、形式的な文書構造を伝えることには有用だが、個々の単語の意味をはじめとする詳細な意味を伝えることはできない。これに対し、セマンティック・ウェブは XML などの形式記述による文書にタグ情報を付け加えることによって、コンピュータによる自動的な情報の収集や分析を高度化するものである。これによって、利用者にとってもコンピュータシステムにとっても理解可能な情報となる。

・システムダイナミクス

システムダイナミクスは、非線形システムの動的振る舞いを理解するためのシミュレーションとモデル化の手法の一つである。システムダイナミクスが対象とするのは、システム要素間に時間遅れを伴うフィードバックが存在し、系全体として複雑な動きをする社会システムである。

・システミック・リスク

システミック・リスクとは、社会経済システムに大きな影響を与えるような全体リスクを意味する。通常は、金融システムに関する全体リスクの意味で利用される。このようなリスクを単独の原理原則で見通すことは不可能であり、分野をまたがる複雑な因果関係を考慮した対策が必要となる。

- ・シナリオ分析

不確実なリスク要因に対処するため、複数の異なる条件を想定して将来の意思決定の効果を分析する手法を意味する。複雑な問題に関する意思決定の結果は見通すことは難しく、また、当初の計画通りに進むことはない。シナリオ分析することで、さまざまな状況に対する対応策を事前に検討し、適切な準備をすることが可能となる。

- ・レジリエンス工学

レジリエンス（Resilience）とは、システムが外界の擾乱に対してその機能を維持することを指す。レジリエンス工学では、頑健な手段のみによる安全状態を目指すのではなく、「安全とは、変化し続けている条件下で成功を継続する能力である」と定義して、動的な状況に適用できるような形でのリスク管理を目指す。そして、重大事故が発生した場合であっても、それに適応的に対応して、安全な状態を回復できるような手段を講じる。

- ・インベントリ（Inventory）

英語のもともとの意味は「目録」である。いくつかの専門分野で特定の内容を指す用語として用いられている。たとえば生物学では、地域に生存する動植物の種類、個体数、分布図などの情報を指し、大気汚染対策の分野では、詳細な物質別、排出源別、地域別などの排出量データなどを意味する。本報告、ICA・RUS の例では、環境問題に関連して作成されるさまざまな項目の目録、あるいは、その目録を製作するための調査プロジェクトを指す。

参考文献

- 1) 第4期科学技術基本計画, 2011.
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/___icsFiles/afieldfile/2011/08/19/1293746_02.pdf
- 2) システム構築型イノベーションの重要性とその実現に向けて. JST/CRDS プログレ
スレポート, CRDS-FY2013-XR-03, 2013.
- 3) Exposing One of China's Cyber Espionage Units. Mandiant APT1 Report, 2013.
http://intelreport.mandiant.com/Mandiant_APT1_Report.pdf
- 4) Kahneman, D.: Thinking, Fast and Slow. Penguin Books, 2012.
- 5) Hollnagel, et al. (eds.): Resilience Engineering: Concepts and Precepts, Ashgate,
2006.
- 6) Beck, U.: 危険社会 - 新しい近代への道. 東廉・伊藤美登里 訳, 法政大学出版局,
1998.
- 7) 日本規格協会: JIS ハンドブック リスクマネジメント. 2013.
- 8) 統計数理研究所: リスク解析戦略研究センター 2013 年.
<http://www.ism.ac.jp/risk>
- 9) 江守正多: ICA-RUS Report 2013: リスク管理の視点による気候変動問題の再定義. 国
立環境研究所 2013.
http://www.nies.go.jp/ica-rus/report/ica-rus_report_2013.pdf
- 10) OECD レポート「システミック・リスクへの政策的提言」2003 年.
<http://www.nira.or.jp/past/pubj/output/dat/3804.html>
- 11) OECD レポート「大規模災害への対応についての分析」2004 年.
http://www.oecdtokyo2.org/pdf/theme_pdf/future_pdf/20040430disasters.pdf
- 12) Climate Interactive: C-ROADS.
<http://climateinteractive.org/simulations/C-ROADS>
- 13) Randers, J.: 2052: A Global Forecast for the Next Forty Years. Chelsea Green Pub.,
2012.
- 14) World Economic Forum: Global Risk 2013 –Eighth Edition.
<http://www.weforum.org/reports/global-risks-2013-eighth-edition>
- 15) GAR: 国連世界防災白書 -Global Review of Disaster Reduction Initiatives Living
with Risk-.
<http://www.unisdr.org/kobe/publications>
- 16) UNISDR: Prevention Web.
<http://www.preventionweb.net/english>
- 17) The State of FEMA: Leaning forward: Go Big, Go Early, Go Fast, Be Smart.
http://www.fema.gov/pdf/about/state_of_fema/state_of_fema.pdf
- 18) Swedish Civil Contingencies Agency.
<https://www.msb.se/en>
- 19) Public Safety Canada.
<http://www.publicsafety.gc.ca>

- 20) 佐々木良一、氏田博士、村瀬一郎、渡辺研司:IT リスク学 - 「情報セキュリティを超えて」 - 共立出版, 2013.
- 21) 科学技術イノベーション総合戦略～新次元日本創造への挑戦～. 閣議決定, 2013 年.
http://www.kantei.go.jp/jp/kakugikettei/2013/_icsFiles/afieldfile/2013/06/20/20130607-01.pdf
- 22) 内閣府経済社会総合研究所: 「回復力のある社会の構築に求められる科学技術イノベーションに関する調査研究」 研究会報告書. 2013 年.
<http://www.esri.go.jp/jp/prj/hou/hou064/hou64.pdf>
- 23) 人工知能学会誌: 特集: 「開発されたオントロジー」. Vol. 19, No. 2, pp. 135-193, 2004 年 3 月.
- 24) Heath, T., Bizer, C.: Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space. Morgan & Claypool Publishers, 2011. (武田英明 (監訳): Linked Data: Web をグローバルなデータ空間にする仕組み. 近代科学社, 2013.)
- 25) 情報処理: 特集: オープンデータ活用. 情報処理, Vol. 54, No. 12, pp. 1012-1047, 2013.
- 26) CREST 研究領域: 「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」.
http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research_area/ongoing/bunyah24-1.html
- 27) 科学技術コミュニケーション推進事業「リスクに関する科学技術コミュニケーションのネットワーク形成支援」プログラム平成 24 年度採択企画の決定について. 科学技術振興機構報 第 895 号, 2012.
<http://www.jst.go.jp/pr/info/info895/index.html>

■戦略プロポーザル作成メンバー■

木村 英紀	上席フェロー(システム科学ユニット)
寺野 隆雄	フェロー (システム科学ユニット)
邢 嘉驊	フェロー (システム科学ユニット)
関根 泰	フェロー (環境・エネルギーユニット)※平成 25 年 3 月 31 日まで
武内 里香	フェロー (システム科学ユニット)※平成 25 年 3 月 31 日まで
富川 弓子	フェロー (システム科学ユニット)
西村 佑介	フェロー (ライフサイエンス・臨床医学ユニット)
藤井新一郎	フェロー (システム科学ユニット)
増田 耕一	フェロー (環境・エネルギーユニット)※平成 25 年 3 月 31 日まで

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いします。

CRDS-FY2013-SP-02

戦略プロポーザル

共通利用可能な分野横断型リスク知識プラットフォームと運用体制
～リスク社会に対応する知識の構造化を目指して～

STRATEGIC PROPOSAL

Transdisciplinary Platform for Risk Knowledge (TPRK) and Its Deployment Strategies

- Towards Structuralization of Common Knowledge in the Risk Society -

平成 26 年 3 月 March 2014

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター システム科学ユニット
Systems Science Unit, Center for Research and Development Strategy
Japan Science and Technology Agency

〒102-0076 東京都千代田区五番町 7 番地

電 話 03-5214-7481

ファックス 03-5214-7385

<http://www.jst.go.jp/crds/report/>

©2013 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission. Application should be sent to crds@jst.go.jp. Any quotations must be appropriately acknowledged.

ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC
CT CTCGCC AATTAATA
TAA TAATC
TTGCAATTGGA CCCC
AATTCC AAAA GGCCTTAA CCTAC
ATAAGA CTCTAACT CTCGCC
AA TAATC
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT CTAAT A TCTAT
CTCGCC AATTAATA
ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT
CTCGCC AATTAATA
TTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT
ATTAATC A AAGA C CT
GA C CTAAC T CTCAGACC
0011 1110 000
00 11 001010 1
0011 1110 000
0100 11100 11100 101010000111
001100 110010
0001 0011 11110 000101

