

見 解

工学システムに対する「安心感」の醸成



令和5年（2023年）9月27日

日 本 学 術 会 議

総合工学委員会・機械工学委員会合同

工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会

この見解は、日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会工学システムに対する安心感等検討小委員会での審議結果を踏まえ、総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会において取りまとめ公表するものである。

日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同
工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会

委員長	須田 義大	(連携会員)	東京大学生産技術研究所教授
副委員長	野口 和彦	(連携会員)	横浜国立大学 IMS リスク共生社会創造センター客員教授
幹事	水野 毅	(連携会員)	埼玉大学名誉教授・特任教授
幹事	辻 佳子	(連携会員)	東京大学環境安全研究センター教授
	丹下 健	(第二部会員)	東京大学大学院農学生命科学研究科教授
	中川 聡子	(第三部会員)	東京都市大学名誉教授
	宮崎 恵子	(第三部会員)	国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所国際連携センター長
	遠藤 薫	(連携会員)	学習院大学名誉教授
	大倉 典子	(連携会員)	中央大学大学院理工学研究科客員教授・研究開発機構機構教授、芝浦工業大学名誉教授・SIT 総合研究所客員教授
	小野 恭子	(連携会員)	国立研究開発法人産業技術総合研究所安全科学研究部門研究グループ長
	片田 範子	(連携会員)	三重県立大学理事長・学長
	鎌田 実	(連携会員)	一般財団法人日本自動車研究所代表理事・研究所長、東京大学名誉教授
	蒲池みゆき	(連携会員)	工学院大学副学長、情報学部教授
	桑野 園子	(連携会員)	大阪大学名誉教授
	合田 幸広	(連携会員)	国立医薬品食品衛生研究所名誉所長
	柴山 悦哉	(連携会員)	東京大学情報基盤センター教授
	庄司 裕子	(連携会員)	中央大学理工学部教授
	永井 正夫	(連携会員)	一般財団法人日本自動車研究所顧問、東京農工大学名誉教授
	平尾 雅彦	(連携会員)	東京大学先端科学技術研究センターシニアリサーチフェロー
	松尾亜紀子	(連携会員)	慶應義塾大学理工学部教授
	宮崎久美子	(連携会員)	立命館アジア太平洋大学国際経営学部特別招聘教授、東京工業大学名誉教授
	向殿 政男	(連携会員)	明治大学顧問・名誉教授
	矢川 元基	(連携会員)	公益財団法人原子力安全研究協会会長、東京大学

			名誉教授、東洋大学名誉教授
矢野	育子	(連携会員)	神戸大学医学部附属病院教授・薬剤部長
新井	充	(連携会員(特任))	東京大学名誉教授
松岡	猛	(連携会員(特任))	宇都宮大学地域創生推進機構宇大アカデミー非常勤講師

工学システムに対する安心感等検討小委員会

委員長	大倉	典子	(連携会員)	中央大学大学院理工学研究科客員教授・研究開発機構機構教授、芝浦工業大学名誉教授・SIT 総合研究所客員教授
副委員長	辻	佳子	(連携会員)	東京大学環境安全研究センター教授
幹事	小山	慎一		筑波大学芸術系教授
幹事	柳澤	秀吉		東京大学大学院工学系研究科准教授
	中川	聡子	(第三部会員)	東京都市大学名誉教授
	蒲池	みゆき	(連携会員)	工学院大学副学長、情報学部教授
	庄司	裕子	(連携会員)	中央大学理工学部教授
	須田	義大	(連携会員)	東京大学生産技術研究所教授
	野口	和彦	(連携会員)	横浜国立大学 IMS リスク共生社会創造センター客員教授
	宮崎	久美子	(連携会員)	立命館アジア太平洋大学国際経営学部教授、東京工業大学名誉教授
	向殿	政男	(連携会員)	明治大学顧問・名誉教授
	矢川	元基	(連携会員)	公益財団法人原子力安全研究協会会長、東京大学名誉教授、東洋大学名誉教授
	加藤	俊一		中央大学理工学部教授
	高寺	政行		信州大学学術研究院繊維学系教授
	長沢	伸也		早稲田大学大学院経営管理研究科教授
	萩原	一郎		明治大学研究・知財戦略機構研究特別教授、東京工業大学名誉教授
	松岡	猛		宇都宮大学地域創生推進機構宇大アカデミー非常勤講師
	山中	敏正		筑波大学名誉教授・教育推進部特命教授

本見解の作成にあたり、以下の方々に御協力いただいた。

佐倉	統	東京大学大学院情報学環教授
土屋	文人	元日本薬剤師会副会長、元国際医療福祉大学教授

本見解の作成にあたり、以下の職員が事務を担当した。

事務	佐々木	亨	参事官(審議第二担当)
----	-----	---	-------------

高橋 直也	参事官（審議第二担当）付参事官補佐（令和5年3月まで）
柳原 情子	参事官（審議第二担当）付参事官補佐（令和5年4月より）
影山 祥子	参事官（審議第二担当）付審議専門職付
岡本 摩耶	学術調査員

要 旨

1 作成の背景

異常気象、他国からの侵攻、核爆弾利用の脅し、福島事故後の風評被害、COVID-19 の大流行など、昨今、不安感の強い社会状況が続いている。一方、道路交通における自動運転など新しい技術や地球温暖化を抑制する施策の社会実装においては、その技術や施策が社会に受け入れられる形になっている必要がある。

日本学術会議では、総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（以下「本分科会」という。）の中に、工学システムに対する安心感等検討小委員会を第 24 期に新しく立ち上げ、特に「安心感」に対して様々な側面から議論を行ってきた。

2 現状及び問題点

「安全・安心」あるいは「安心・安全」と言われるように、「安心」は「安全」と一緒に使用されることが多い。しかし、工学及びその周辺分野では、「安全」の重要性に関しては、これまで多くの議論がなされてきたのに対し、「安心」に関する議論は、それに比較して少なく、「安全」が担保されれば「安心」なはず、という乱暴な議論すらある。その一方で、工学システムは、安全であっても安心でなければ、あるいは安心感を得られなければ、社会に受け入れられないという現実がある。そこで、「安心とは何か」、あるいは「安心感とは何か」ということに真正面から向き合うことは、工学システムの社会受容性の観点からきわめて重要と考えられる。そこで本分科会では、これを社会的課題であると認識し、議論・審議してきた。

第 24 期は、工学システムに対する安心感と社会との関係を明らかにするために、まず「安全」の視点から、これまで不明確だった「安心」と「安全」の関係について明確化を試みた。次に、「安全」の視点とは異なる視点も含めた「安心」の体系化や、「安心感」との関係の明確化、さらに社会との関係に不可欠な要素の明確化について議論した。その結果を 2020 年 8 月 25 日に、報告「工学システムに対する安心感と社会」として公表し、ここでは、以下の 2 点が結論となった。

1) 工学システムの「安心」を議論するために「安心」の構造を体系的に整理する必要がある。

2) 安心な社会を実現するための要素を明確にする必要がある。

これに対し、第 25 期は、「安心」の視点から、これらの課題について議論・審議し、その結果を本見解としてとりまとめた。

安心感とは、「個々人が安心だと感じる気持ち」とここでは定義する。「安心」は「安全」と密接な関係にあり、第 2 期科学技術基本計画以降、継続して「目指すべき社会」の要件となっている。従って、「安心」を感じる気持ちである「安心感」は、社会的に重要な感性であると言える。しかし、感性であるがゆえに、工学及びその周辺分野では、「安心」及び「安心感」に関する研究の数は「安全」と比較して著しく少ない。このような「安心」

及び「安心感」には、感性特有の、あるいは安心感固有の、以下の特性がある。

- 1) 安心感・不安感（安心・不安の感じ方）は主観的なもので個人差がある。
- 2) 安心・不安が「バランス」の良い範囲に収まっていることが重要だが、そうならないことがある。
- 3) （過度な）安心感・不安感は他人にも伝播しがちである。

これらを踏まえ、本分科会では、上述した報告における提案に対し、①「安心感」への取組方、②「安心感」のモデル化、③「安心感」を構成する要素について、工学システムを対象として議論・審議を行った。

3 見解の内容

- 1) 安心感・不安感の議論においては、常に上述した特性を念頭に置くべきである。
- 2) 安心感の構造を明らかにするモデル化では、トップダウンアプローチと共にボトムアップアプローチを用い、安心感の個別の構成要素と工学システム（特に、新技術）に共通する安心感の基本的な枠組みを明らかにすべきである。
- 3) 工学システムが安全目標を達成していることは適切な安心感の前提であり、安全に関する情報の収集、透明性の確保と適切な公開の上で、工学システムの安心感の醸成に必要な以下の構成要素を実現すべきである。

- ① リスク認知における未知要因を減じるための、分かりやすいインタフェースと、ユーザ視点に立ったユーザビリティに関するシステムの欠点の説明
- ② リスク認知における恐怖要因を減じるための親しみやすいインタフェース
- ③ 担当者、工学システム、そのメーカーやブランドに対する信頼感の醸成
- ④ 知識を受け取る側の主体的な知識共有
- ⑤ 知識を受け取る側の安心感が本当に正しい知識や合理的な根拠に基づくものであるかどうかの自問自答を含む情報リテラシー
- ⑥ 定期点検・保守、ユーザへのサポート体制
- ⑦ 法律、補償制度、司法制度の整備
- ⑧ 不安要因を増大させる社会的・経済的・政治的要因の軽減、解消

工学システムのステークホルダー（企業・関係省庁・自治体・市民）は、「安全」だけでなく、「安心」について以上の側面を考慮して、工学システムの設計・実装・利用にあたるべきである。ただし、⑧については、本見解の範囲を超えるので、ここでは扱わない。

なお、科学技術（・イノベーション）基本計画に掲げられているとおり、基本的に安全・安心な社会は追求すべきであるが、その追求の負の側面やデメリットの検討も必要であり、これは今後の課題である。

目 次

1	はじめに.....	1
	(1) 工学システムの「安心」を議論するために「安心」の構造を体系的に整理する必要がある.....	2
	(2) 安心な社会を実現するための要素を明確にする必要がある.....	2
2	安心感への多面的アプローチ.....	4
	(1) 気候変動と安心感.....	4
	(2) ソーシャルメディアと安心感.....	5
	(3) 医薬品の使用の安全と安心感.....	7
	(4) AI／ロボットと安心感.....	8
	(5) 情報学から見たつながりと変化と安心感.....	9
	① 情報技術が招く不安感.....	9
	② 安心感の社会性.....	10
	③ 信頼のネットワークと安心感.....	10
	(6) 道路交通における自動運転と安心感.....	10
	① 道路交通における自動運転の動向.....	10
	② オーナーカーとサービスカーの安心感.....	11
	③ 自動運転社会実装のためのエコシステムの確立と安心感.....	11
3	工学システムに対する「安心」の構造.....	12
	(1) 「安心」と「安全」の関係モデル.....	12
	(2) 「安心」のモデル.....	12
	(3) 「安心感」のモデル化に向けて.....	12
	① 安心感・不安感（安心・不安の感じ方）は主観的なもので個人差がある。...	13
	② 安心・不安が「バランス」の良い範囲に収まっていることが重要だが、そうならないことがある。.....	13
	③ （過度な）安心感・不安感は他人にも伝播しがちである。.....	13
4	安心感に必要な構成要素.....	15
	(1) 提言「日本の展望－理学工学からの提言」の視点.....	15
	(2) 社会システムとの関係性.....	15
5	「安心を感じる社会に必要な構成要素」の具体例.....	17
	(1) インタフェース.....	17
	(2) 情報共有.....	17
	(3) 信頼感の醸成.....	18
	(4) 過信を自覚する仕組み.....	18
	(5) 定期点検と保守、サポート体制.....	18
	(6) 万が一の事故に備えた、法律、補償制度、司法制度の整備.....	18
6	見解.....	20

<用語の説明>.....	22
<参考文献>.....	23
<参考資料1>審議経過.....	27
<参考資料2>学術フォーラム開催.....	29
<参考資料3>第24期の報告「工学システムに対する安心感と社会」の概要.....	30
(1) 「安全」と「安心」の関係の、「安全」側から見た整理.....	30
(2) 「安全」側からの、「安全」に関する制度、許容、技術等に関する問題と「安心」	31
(3) 「安全」と「安心」の関係の、「安心」側から見た整理.....	32

1 はじめに

異常気象、他国からの侵攻、核爆弾利用の脅し、福島事故後の風評被害、COVID-19の大流行など、昨今、不安感の強い社会状況が続いている。一方、道路交通における自動運転など新しい技術や地球温暖化を抑制する施策の社会実装においては、その技術や施策が社会に受け入れられる形になっている必要がある。

日本学術会議では、総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（以下「本分科会」という。）の中に、「工学システムに対する安心感等検討小委員会」を第24期に新しく立ち上げ、特に「安心感」に対して様々な側面から議論・審議を行った。なお、「工学システム」、「安全」、「安心」、「安心感」、「不安」、「不安感」等については、＜用語の説明＞を参照願いたい。

「安全・安心」あるいは「安心・安全」と言われるように、「安心」は「安全」と一緒に使用されることが多い。しかし、工学及びその周辺分野では、「安全」の重要性に関しては、これまで多くの議論がなされてきたのに対し、「安心」に関する議論は、それに比較して少なく、「安全」が担保されれば「安心」なはずという乱暴な議論すらある。その一方で、工学システムは、安全であっても安心でなければ、あるいは安心感を得られなければ、社会に受け入れられないという現実がある。そこで、「安心とは何か」、あるいは「安心感とは何か」ということに真正面から向き合うことは、工学システムの社会受容性の観点からきわめて重要と考えられる。そこで本分科会では、これを社会的課題であると認識し、議論・審議してきた。なお、日本学術会議からは多数の意思の表出が行われ、そこに「安心」という言葉を含む提言や報告等も多いが、「安心」を対象としたものは本分科会からの報告[1]以外に無い。また、これについては参考文献[2]でも冒頭で触れられている。

そもそも「安心」については、その定義が曖昧で、意味が完全に対応する英語が無い。Peace of mind、Relief、Sense of security等があるが、どれも今一つ物足りない。さらに、実は「安全」の定義においても主観が関与している。すなわち、これまで「安全」と「安心」は、その対比において、「安全」は客観的な事象で、「安心」は主観的な事象であると考えられていた。しかし、「安全」が、2014年の「ISO/IECガイド51」[3]によって「許容不可能なリスクがないこと」と定義されたように、どこまでリスクを下げたら安全といえるかは、ある程度客観的な他分野との比較や統計、決定に関与した関係者の価値観に基づき決められ、主観から離れられない。そこで、「安全」と「安心」は、「客観と主観の比率が大きく違うだけであって、根底で共通するところがある」という考えもある。

そこで第24期は、工学システムに対する安心感と社会との関係を明らかにするために、まず「安全」の視点から、これまで不明確だった「安心」と「安全」の関係について明確化を試みた。「安心」は「安全」との関係で議論されることが多いので、本分科会では、両者の関係を整理するために、まず「安全」の視点から「安心」を考えたときに、その両者をつなぐのは「信頼」であると考え、「安心」＝「安全」×「信頼」というモデルを仮定した。また、当時本分科会で検討していた「工学システムの社会安全目標の新体系」[4]の議論も踏まえつつ、検討を行った。

次に、「安全」の視点とは異なる視点も含めた「安心」の体系化や、「安心感」との関係の明確化、さらに社会との関係に不可欠な要素の明確化について議論した。この過程で、日本感性工学会の会誌の特集「『安心感』への多面的アプローチ」[5]も発行し、これらの議論、及び2020年5月に開催した公開シンポジウムでさらに深めた議論の結果得た知見を、2020年8月25日に報告「工学システムに対する安心感と社会」[1]として公表した。この報告では、以下の2点が結論となった。

(1) 工学システムの「安心」を議論するために「安心」の構造を体系的に整理する必要がある

検討の当初、上述したモデルを仮定した。ただし、「安全」は「許容不可能なリスクがないこと」と定義されるが、危害が破局的な場合には許容される余地の無いリスクもあり、また「信頼」にも種々の要素のあることが明らかになった。さらに、以下の(2)にも関係するが、社会との関わりについても検討する中で、「安全」と「安心」の関係の双方向性や、「安心」と「安心感」とは違うということも見えてきた。すなわち、当初、我々の出発点は、「安心」は「安全」と「信頼」から成り立つというモデルであったが、逆に「安心」から「安全」が規定される側面もあることや、人間の価値観に依存する「安心感」が判断や行動を規定すること等も明らかになった。そこで今後、「安全」の視点とは異なる視点も含めて、工学システムの「安心」の構造を体系的に整理し、「安心」に関する問題を議論するベースを構築する必要がある。また、違いの見えてきた「安心」と「安心感」であるが、今後はこの両者の違いのさらなる明確化も必要である。

(2) 安心な社会を実現するための要素を明確にする必要がある

本分科会では、工学システムの安心と社会との関係を議論するために、電気工学、ものづくり、感性工学、自動運転の立場からも、「安心感」の社会との関わりについて検討した。その結果、安全であれば必ずしも安心と捉えられるわけではなく、情報不足や人々の無関心に起因する理由のない合理的ではない安心（合理的でないリスク評価に基づく安心）は、社会の健全性に影響しうることを確認した。しかし、これまで実は多くの工学システムについて、既知のことも、あるいは何が未知なのかも、十分に社会に説明してこなかった可能性がある。そこで、「安心な社会」を実現するのに必要な要素を明確にする必要がある。そこでは、未知への不安に対する知識を提供する側の責任、信頼できるグローバルな情報と生活に必要なローカルな情報の集約方法や発信方法、想定される不安に対する法律や保障制度といった社会システムとの関係性についても検討が必要である。なおそこでは、日本学術会議の2010年の提言「日本の展望—理工学からの提言」の視点に立った掘り下げも必要である。

これを受けて第25期は、「安心」の視点から、これらの課題について審議し、その結果を本見解としてとりまとめることにした。

国語辞典によると、「感性」とは「1：物事を心に深く感じ取る働き。感受性。2：外

界からの刺激を受け止める感覚的能力。カント哲学では、理性・悟性から区別され、外界から触発されるものを受け止めて悟性に認識の材料を与える能力」である[6]。感性は個人の主観、知識や経験により左右されるので、従来は科学的方法の研究対象になりにくい面があった。しかし、日本学術会議の第19期対外報告「現代社会における感性工学の役割」[7]には、「本報告書では、『感性』の多様な意味の中から、特に人間と人間、人間と環境の間に関わりあうことのできる能力、情報のやり取りや交換の能力（受信と発信の能力）、さらには、関係性形成能力の意味で『感性』という言葉を用いる。この意味において感性は社会を形成する人間の基本力である。感性工学は、こうした関係形成能力を基礎として、人間と人間、人間と環境との間のよりよい関係を創造する科学技術であり、この意味での価値を創造する科学技術であるということが出来る。」とあり、例えば日本感性工学会では、「安心感」、「快適感」等を含む種々の感性を対象として科学的方法で研究が行われてきた。さらに、20世紀の終盤からのPC・インターネット環境の発展やデータ科学の急速な進展を一因とし、感性を対象とする研究がこれまでよりやりやすくなった[8]。このような背景で、感性を対象とする研究は、例えば世界最大の技術専門組織であるIEEEからもTransactions of Affective Computing[9]が発行されるなど、現在世界中で活発に行われるようになった。

「安心感」はこのような感性の一つで、「個々人が安心だと感じる気持ち」とここでは定義する。これまで述べてきたように、「安心」は「安全」と密接な関係にあり、平成13年3月に閣議決定された、第2期科学技術基本計画で「目指すべき国の姿」を示す文言に掲げられて以来、2021年3月からの第6期科学技術・イノベーション計画に至るまで継続して「目指すべき社会」の対象となっている[10, 11, 12, 13, 14]。しかし、工学及びその周辺分野では、「安心」に関する研究（例えば、「誰もが安心して暮らせる社会を実現するための、生活空間の条件の感性実験による導出」[15]）の数は「安全」と比較して著しく少ない。また、「安全」を冠する学会が複数存在するのに対し、「安心」を冠する学会は無い。これに対し、本分科会では、分科会内外の識者の話題提供や学術フォーラムの開催等を通じて、工学システムを対象として審議を行った。詳細は<参考資料2>を参照されたい。

なお、「安心」に対応する英語が無いと前述したが、昨今「心理的安全性」「社会的受容性」という用語が使用されるようになってきた。前者は“psychological safety”の和訳で、「組織の中で自分の考えや気持ちを誰に対しても安心して発言できる状態」[16]と、「組織の中での自分の発言に対する安心」に限定され、また後者は“social acceptance”の和訳で、神崎の整理によれば「ある技術が受け入れられているか、あるいは単に我慢されているという事実」とされており[17]、必ずしも感性的な受け入れを意味していない。

なお、科学技術（・イノベーション）基本計画に掲げられているとおり、基本的に安全・安心な社会は追求すべきであるが、その追求の負の側面やデメリットの検討も必要であり、これは今後の課題である。

2 安心感への多面的アプローチ

第24期の報告[1]における、「安心」と「安全」の関係モデルで表現しきれなかった要素を抽出し改善をはかるための次のステップとして、種々の観点から多面的に「安心感」について検討を行った。そのために、安全工学シンポジウムにおけるオーガナイズドセッション「気候変動と安心感」や学術フォーラム「安心感への多面的アプローチ」を企画・開催し、様々な分野で「安心感」がどのように捉えられているかを共有するとともに、参加者を含めた議論を行った。本章は、その内容に基づくものである。分野によって捉え方には差があること、個々の項目が分野全体を代表するものでは必ずしもなく、また全体として網羅的でも無いことをお断りしておく。本見解での統一的な見方は、次章以降で示す。

(1) 気候変動と安心感

太陽から地球に降り注ぐ光は、地球の大気を素通りして地面を暖め、地表面から放射される熱を大気中の二酸化炭素や水蒸気のような温室効果ガスが吸収し、大気を暖めている。温室効果ガスは生物が生きるために必要不可欠なものである。しかし、産業革命以降、人間は化石燃料を大量に燃やしてエネルギーを得る生活をしてきたことで、大気中への二酸化炭素の排出を急激に増加させてしまった。そのため、温室効果ガスの排出量を 2050 年までに実質ゼロにすることを目指して、世界中で、技術、政策、地域連携など多角的な取組が加速され、社会が変化しようとしている（図1）。カーボンニュートラル施策において、エネルギーの脱炭素、つまり化石燃料からの脱却を進めなければならないことは間違いないが、そのとき、私たちの安心で快適な生活に必須な化学品の原料については、石油精製からのナフサに代わるカーボンニュートラルな炭素源が必要となる。

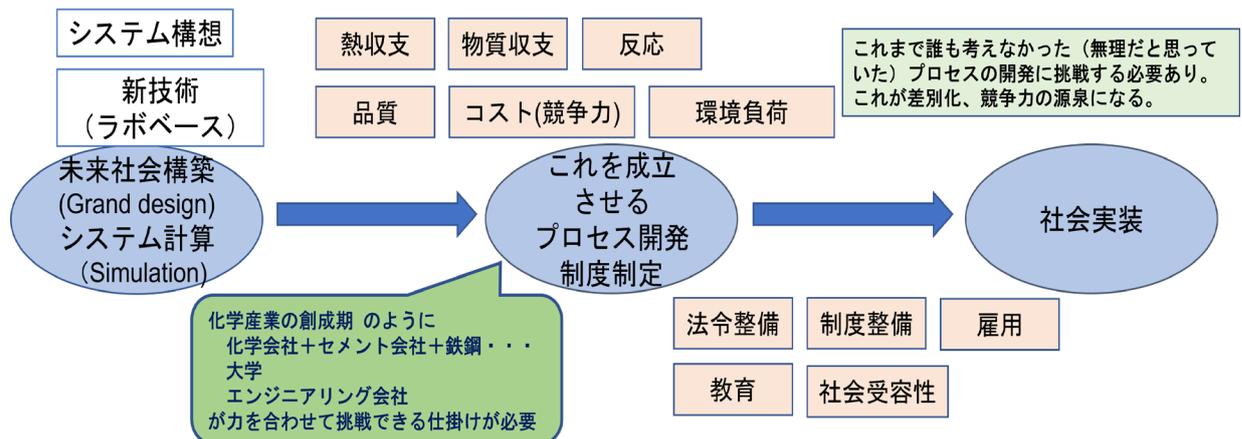


図1 ネットゼロを実現する社会構造・産業構造の変革も含めた未来社会のデザイン

(出典) 参考文献[18]より小委員会で改変

エネルギーの脱炭素に関しては、例えば、原子力発電、太陽光発電、風力発電、水素・アンモニアを使った発電などが考えられる。しかし、エネルギーの安定供給が保証されないと、私たちは不安を持つことになる。同時に、原子力発電を一気に増やすことを受

容できるか、自然エネルギーや水素・アンモニアによって全必要エネルギーのどれほどをカバーできるのか、技術レベルが実用化に資するのか、経済性を確保できるのか、土砂崩れ等の自然災害を誘発しないか、講じた施策により、逆にエネルギー消費が増えないか、といった安定供給のための施策に起因する新たな不安も生まれる。私たちのエネルギー消費量を削減するという施策も考えられるが、地球規模の課題に対して、個人の努力がどれほど貢献できるのかという不安が生まれる。

カーボンニュートラルな炭素源に関しては、新たな炭素源としてバイオマスのポテンシャルは重要であるが、使用済み化学品（廃プラスチック）や化学品・セメント製造プロセス起因、脱炭素できないエネルギー供給起因で排出される二酸化炭素に含まれる炭素を資源循環させる必要がある。日本では、循環型社会形成推進基本法の中で3R (Reduce, Reuse, Recycle) の推進が謳われている。リサイクル技術により、私たちの日常生活での廃棄物の取扱い方も変化させる必要があるが、社会システム全体で考えたときの最適解が何であるかは、技術革新や政策、地域ごとの特徴によって異なるため、一意に解を定めることができない。すなわち、最適なカーボンニュートラル施策が社会に適切に実装されるかという不安が生まれる。

カーボンニュートラルに内在する諸問題は、エネルギーに関する施策と物質に関する施策の両方において、多様な視点から検討する必要がある。しかも、それらの施策同士が複雑に連動して、お互いに影響を与える¹。このような課題の解決に取り組むためには、カーボンニュートラルの実現と同時に、安心や快適などの新たな付加価値を創出し、生活の質の向上を目指すことが重要である[20]。

なお、以上の気候変動に対処するための緩和策に対し、適応策と「安心感」との関係に関しては、次期への課題である。

(2) ソーシャルメディアと安心感

20世紀末、特にクリントン-ゴア政権下においてインターネットの一般利用が解禁されて以来、インターネットは爆発的に普及していった[21]。2000年前後からは、電子掲示板やブログなど、誰にも使えるソーシャルメディアが一般化し、2010年前後からは、FacebookやTwitter、メッセージアプリなどが広まった。ソーシャルメディアは、誰もが手軽に不特定多数の人びとに情報発信ができることから、市民の力を拡大する民主主義的メディアとなり得ることが期待された。しかし、利用が進むにつれ、図2に示すような諸問題が目立つようになった。すなわち、ネットでは、自分の関心や先入観にそった情報ばかりに接する傾向があり、それが不安感を増大させ、現実社会自体を揺るがすような、負の影響を及ぼすようになった。ソーシャルメディアが社会情報流通の有用なツールであるにもかかわらず、他者を傷つける表現や、真実ではない情報が多く流れ、人びとに不安を与えていることは、重大な問題と認識されており、総務省等でも様々な施策が実施されている[22, 23]。

¹ これは、日本学術会議のカーボンニュートラル（ネットゼロ）に関する連絡会議のウェブサイト[19]の図にも示されている。

しかも、この問題に対処するためルールの厳格化がなされる動きがあるが、それは反面で「表現の自由」を阻害することも危惧され、「価値の相克」が問題視されている。

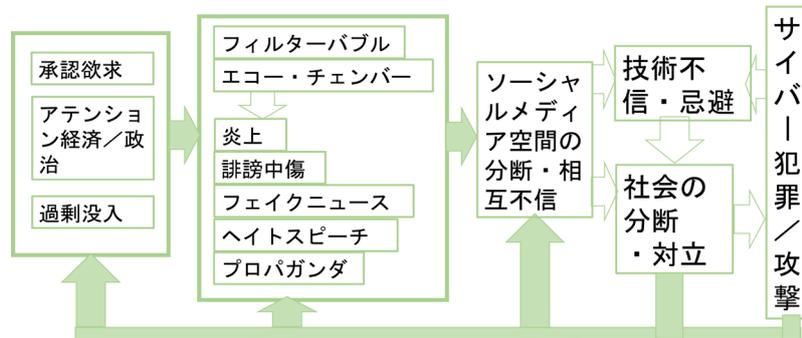


図2 ソーシャルメディアの諸問題

(出典) 小委員会で作成

加えて、従来あまり議論の俎上に載ってこなかった以下の3つの現象が相互に関係し合っ、ソーシャルメディア利用の場面では、技術フォビアや他者攻撃、情報流通の無秩序化、アイデンティティ不安による価値対立など「デジタル不信」とでも呼ぶべき社会心理を引き起こしている。

- 1) デジタルコミュニケーションと社会的孤立（インターネットユーザは、非ユーザと比較して、情報感度が高く、情報探索に強く、変化志向が高いが、それと同時に競争不安や焦燥感や孤立感が強い） [24]
- 2) 間メディア性（従来のマスメディアと新しいネットメディアと対面メディアという多様なメディア間の複雑で錯綜した相互作用） [25]
- 3) デジタル技術のリープ・frog性（後発者利得） [25]

安心できるソーシャルメディア活用のためには、図3に示す技術的要件と ELSI 要件を満たすことによってデジタル不信を克服して、「デジタル信頼」すなわち「デジタル技術に関する一般的な信頼感」を構築し、健全な民主主義社会の礎とすることが重要である [26]。

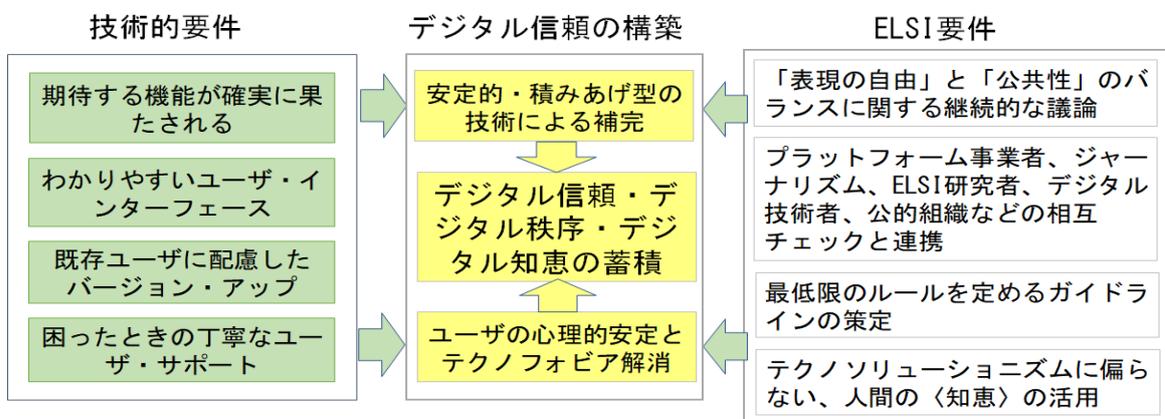


図3 デジタル信頼のための技術的要件と ELSI 要件

(出典) 小委員会で作成

(3) 医薬品の使用の安全と安心感

医薬品を安全かつ安心して使用することは誰しもが望むことであろう。しかし残念ながら、「医薬品は人体にとっては基本的に異物」であり、「万人に安全な医薬品は存在しない」のが現実である[27]。「クスリはリスク」はそのことを的確にあらわしている。国が承認したのだから、また特に、医療用医薬品には医師や薬剤師が関与しているので、「クスリは安心」と思うかもしれないが、副作用のリスクが全くない薬はない。

以前、我が国で医薬品の安全性を語るとき、それは「物質としての医薬品の安全性」を意味していた。しかし 21 世紀に入り、我が国においても医療事故が国民の大きな関心を集めることとなった中で、その多くは医薬品そのものの安全性に起因したのではなく、医薬品の名称類似や外観類似による取り違い事故等であり、それは「医薬品の使用に関連した安全性」の確保が必要であることを示していた。そこで、厚生労働省は、「物の安全」と「使用の安全」という 2 つの安全が確保されて初めて「医薬品の安全性」が確保されると定めた[28]。それ以降、「使用の安全」確保のために、行政、企業、医療機関が協働して安全対策が取られたが、対策は決まっているのだがそれを実行することができないというのが実情である²。今後、対人を基本とする医療の世界でも、調剤や投薬のみならず、手術や細胞培養等あらゆる面において、ロボット化、自動化は大きく進展すると思われるが、ムーンショット目標では実現目標が 2050 年に設定されているように、それには相当の時間を要すると推測される[29, 30]。

一方、医薬品の安全を考える点にもう一つ忘れてはならない視点は、薬害をいかにして防止するかという点である。我が国は、過去にいくつかの薬害を経験している。これらを防ぐ方法は一様ではないが、副作用をはじめとして、医薬品の使用に関する各種データの解析をきちんと行っていくことが求められる。その意味も含め、医薬品を安全かつ安心して使用するためには、医療従事者のみならず患者が果たすべき役割も極めて大きい。

以前は、医薬品の有効性(適応症)や有害事象(禁忌等)に関して、投与して発生した事象から「当該医薬品使用の妥当性」を判断せざるを得なかったが、現在では科学の発展により、より個人の要素を考慮して投与することが可能になってきている。また、投与の妥当性等を判断するために必要な情報もより詳細に提供されるようになってきた。この傾向は、今後さらに進展することが期待されることから、患者は、医薬品服用(使用)の有無、服用(使用)時に感じたこと等、患者でなくてはわからないことを記録し、医療者に伝えることが強く求められる。

本来、「人にとって異物である医薬品」を「より安全かつより安心して使用する」ためには、「投与の妥当性を判断する情報が今以上に充実すること」及び「患者が当事者意識をもって正確な薬歴を示し」それを「医療専門職がデータに基づいて判断を行う」ことが求められる。医薬品への安心感の醸成には、医療従事者と患者の信頼関係の構築

² 例えば、錠剤の PTP シートは、誤飲防止のために 1 錠ごとの切り離しがしにくいように一方向のみにミシン目が入っているが、1 回 1 錠服用の場合、現場では与薬用ハサミ等で 1 錠ごとに切り離す必要があり、誤飲可能な大きさになってしまうことで、誤飲が起きてしまう。

と双方向の情報共有が重要だと考えられる。

(4) AI／ロボットと安心感

新規技術に対して人々から賞賛と忌避の相反する感情が向けられることは、昔からよく知られている。SF作家のアイザック・アシモフが「フランケンシュタイン・コンプレックス」と呼んだ現象だ。人工知能(AI)も同様の社会イメージ(public image)で受け取られているし、その傾向は今後もしばらくは変わらないだろう。また、AI／ロボットが一線を超えて人に類似するとかえって忌避感が増える「不気味の谷」[31]の存在も考慮すべきである。

「AI」という用語の社会イメージはかなり多義的である。そもそも、AIは、色も形も匂いもないソフトウェアである。それが「何であるか」をイメージするには、何らかの具体的なアイコンと結びつけてイメージする必要がある。AIだけを独立させて人間との関係を論じたりデザインしたりすることは、とても難しい。そこで、ここでは、「AIを搭載して人と接するロボット」を対象として、「安心感」との関係を考える。(なお、AIを搭載したロボットの多くは産業用であるが、ここでは接客や福祉等を目的とする社会的ロボットを対象とする。)

まず、AI／ロボットの新奇性が与えるリスク認知がある。AI／ロボットに限らず、P. Slovicによると、人の行動や技術に対するリスク認知の一般人と専門家の認識の差分を決める要因は、「恐ろしさ」(恐怖要因)と「新奇性」(未知要因)が主たる因子であるとされる(図4)[32]。AI／ロボットの「恐ろしさ」はロボットの機能や見た目により変化するが、「新奇性」を覚える度合いは、一般人の方が専門家より一貫して高いと推測される。つまり、AI／ロボットは存在自体が高いリスク認知をもたらす可能性が高い。この点を緩和して、AI／ロボットに対する根拠のない不安感を低減させるためには、生命的な要素を意図的に付加するなど、インタフェースや外見のデザインを工夫することも有効ではないかと考えられる[33, 34, 35, 36]。

また、AI／ロボットの行動や意思決定への信頼感を高めることも、これらの技術が安心して使われるためには必要である[37]。AIが下す判断に含まれる認知バイアスは、これまでのデータに由来するため、人の潜在的認知バイアスの顕在化という側面もある[38, 39, 40, 41, 42]。従って、技術面だけで解決しようとするのは、このバイアスの原因の放置にもつながりかねず、かえってAI技術への信頼感を損ねる可能性もある。すなわち、AI／ロボットの親しみやすいインタフェースは、認知バイアスによる不都合をかえって隠蔽することになりかねず、短期的な安心感をユーザに与えることには成功しても、長期的に見れば、AI／ロボットへの信頼感を毀損しかねないのである。このような課題を解決するためには、そのパフォーマンスの監視と、使用者の経験や認知への適切な配慮が常に求められる[43, 44, 45, 46]。例えば、自然言語処理において急速に進歩した大規模言語モデル(LLM)の一種であるChatGPT[47]は、通常の間人同士の対話と同じような親しみやすい対話型のインタフェースを持っているが、その発話内容がまったくの偽(フェイク)情報のこともある。外見やインタフェースだけでなく、AI／ロボット

自体の振る舞いを注視する必要があることの証左である。そして、このような監視体制を構築するためには、法的な整備や専門家の視点だけでは不十分であり、専門家と一般ユーザが常に情報を共有して事態に対処するフォーラム的な場や仕組みを構築することも必要と思われる。

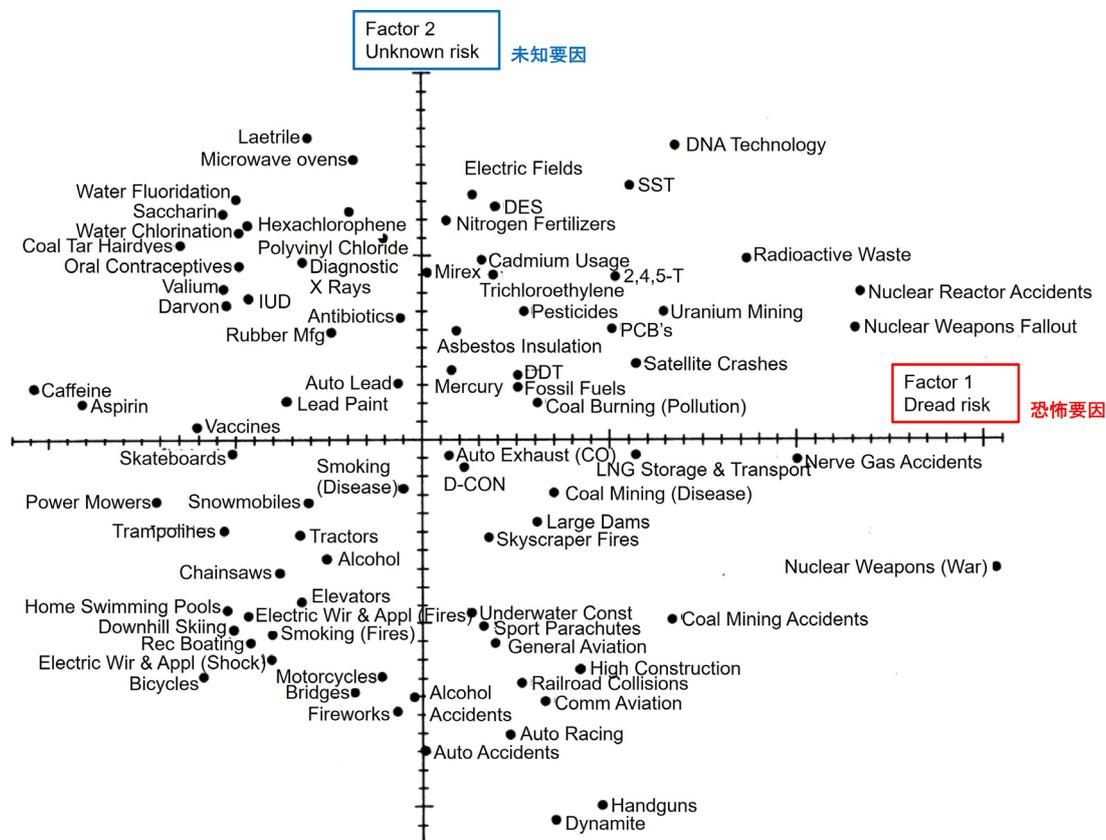


図4 リスク認知の一般人の専門家との差分（行動や技術に対するリスク認知を一般人と専門家で比較した図である。右に位置するほど一般人は専門家より「恐ろしさ」がリスク認知の要因となっており、上に位置するほど一般人は専門家より「新奇性」がリスク認知の要因となっていることを示している。）

(出典) 参考文献[32]のFig. 1の上の図を小委員会で改変

(5) 情報学から見たつながりと変化と安心感

情報学の立場から、①情報技術の発展が不安感の原因となりうること、②安心感を、個人の内面の問題と捉えるだけでなく、その社会性にも注目すべきこと、③信頼のネットワークと安心感の関係が重要であることについて述べる。

① 情報技術が招く不安感

20世紀後半から、情報技術は急速な発展を続けている。特に、インターネットが一般に普及した1990年代以降、社会に大きな影響を及ぼすようになった。良い影響もあるが、不安感の原因となることもある。次のようなものが典型的である。

1) グローバルにつながることで、誰でも世界中からサイバー攻撃を受けるように

なった。また、ひとたび機器の故障や設定ミスが起こった場合に、短時間で広範囲に被害が及びうるようになった。

- 2) 自動化が進んで変化のサイクルが短縮され、経験のない状況に直面することが増えた。仕事のやり方なども変わり、変化に取り残される不安も生まれやすくなった。

安心な社会のためには、情報技術の便益を享受しつつ、その悪影響を抑制することが重要になる。

② 安心感の社会性

安心感は、人々の意思決定や社会的行動に影響を及ぼす。例えば、学術や産業の発展のためには、安心してチャレンジできる環境、自分の学術の成果や産業活動で築いた財産を他人に奪われる心配がない（従って、安心できる）環境などが重要である。このような安心感は、社会の変化を促す。一方、現状に安心すると変化を抑えることになる。

人は、感情で動くことが少なくないため、安心感あるいはその逆の不安感や危機感を軽視はできない。我が国では、デジタル化の遅れが危惧されているが、[48]では、この遅れの原因と考えられるものの一部として「過去の成功体験」と「デジタル化への不安感・抵抗感」を挙げている。前者には、危機的な状況でもそう感じないこと（すなわち、危機感の不足や欠如）などが、後者には、セキュリティやプライバシーに関する不安感などが含まれる。

③ 信頼のネットワークと安心感

信用できない相手と協調的な作業を行うのは難しい。例えば、オンラインの商取引は、「接続している相手は本物か?」、「安全に送金できるか?」、「サイバー攻撃で盗まれないか?」等の不安が大きくなると、うまく機能しない。今日、オンラインの商取引が普通に行われているのは、信頼のネットワークを支える情報技術が普及し、制度も整備されたからである。複雑につながった社会で安心感を得るためには、信頼のネットワークが重要な意味を持つ。安心してつながることができる相手（＝信頼できる相手）が多いほど、ネットワークの価値は高くなる。

(6) 道路交通における自動運転と安心感

① 道路交通における自動運転の動向

AIの進展、センサや通信技術の高度化などの自動運転技術の進展は目覚ましく、道路交通における自動運転は、交通事故の防止、渋滞防止、環境負荷の低減などの社会的な課題解決の手段として実装が求められている。そのため、制度整備も進められ、道路交通法と道路運送車両法が改正（2019年）・施行（2020年）され、ドライバーによる運転ではなくシステムの運転を容認したレベル3の公道走行が認められ、さらに、レベル4という限定領域において、無人走行も可能とする高度な自動運転に対する「特

定自動運行」の許可制度も実現した（2022年改正・2023年施行）。このような新たな仕組みの実装には、安全な技術の確立に加え、安心して利用されることが重要である。

② オーナーカーとサービスカーの安心感

一般のドライバーが運転するオーナーカーにおいては、レベル2と呼ばれる部分運転の自動化（運転者の責任で走行される安全運転支援）に加えて、レベル3と呼ばれる条件付き運転の自動化が当面对象である。自分の運転に代わって、システムを信頼し安心して任せられるかが重要となる。さらに、ドライバーレス走行として、限定地域、あるいは限定ルートを限って、サービスカー（乗合バス・タクシー、物流トラック）におけるレベル4も2023年度には実装化され、ドライバー不足の社会課題解決に貢献する。このとき、ドライバー不在の乗り物に乘客として利用することの安心感、道路空間を共有する他の交通参加者からの視点による安心感が重要となる。そのためには、周辺ドライバーが無人走行車両と混在して安心して運転できるのか、通常のクルマならばドライバーとのアイコンタクトが可能な歩行者とのコミュニケーションをどのように確保するのか、といった、車内及び車外の諸問題の解決が課題となる。

③ 自動運転社会実装のためのエコシステムの確立と安心感

サービスカーの特定自動運行の実現には、利用者のみならず、社会実装に係るエコシステムを構成するすべての関係者の安心感も重要となる。運行事業者、車両システムの開発・製造者、遠隔監視システムや車両の整備事業者であり、信号機等のインフラ協調システムでは道路管理者・交通管理者も関係する。許認可に係る安心感の視点もあり、特定自動運行を実装する地域の住民、市町村長も巻き込むことになる。

このように、利用者以外の幅広い人々の理解が重要であり、自動運転に係るリスクを正しく評価し、減少させることが安心感の向上につながると考えられる。自動運転車両の事故などのトラブル（運行の遅れ、運休から犯罪・テロ、災害時の対応など）での被害に遭うリスクと、加害者になってしまうリスク（民事・刑事・行政処分のほか、社会生活への多様な影響）が想定される。さらに、ドライバーの仕事がなくなる不安などもある。自動運転という新たなツールが活用されるために、多様な視点からの安心感が醸成されることを期待したい。

3 工学システムに対する「安心」の構造

以上の「安心感」に対する多面的なアプローチを背景として、第24期の報告「工学システムに対する安心感と社会」[1]で挙げた論点の一つ目として、工学システムに対する「安心」の構造を以下のように整理した。

(1) 「安心」と「安全」の関係モデル

報告[1]では、＜参考資料3＞に記載したモデル（安心＝安全×信頼）を想定した。現在は、「少なくとも、安心は安全と信頼の関数で表される。」（安心＝f（安全, 信頼））と考えている。ただし、関数fは安全と信頼のどちらに対しても単調増加で、安全が大きければ大きいほど、また信頼も大きければ大きいほど、安心が大きくなる。

(2) 「安心」のモデル

社会心理学やリスク心理学を専門とする中谷内は、社会心理学における安心に対する二重過程理論のモデル（表1）や、信頼の「二重非対称性モデル」を紹介した上で、「外部依存性の高い分業化社会では、安心できるかどうかは依存する相手を信頼できるかどうか次第である。」と述べている[49]。この信頼は、相手の「能力評価」「動機づけ評価」の2要因以外に「価値類似性評価」にも依存し、さらに一般の人々のリスク判断は、信頼以外に一次的バイアス、感情ヒューリスティック、リスク認知の二因子（恐怖要因と未知要因で2章(4)でも紹介）などに導かれる。これらの諸要因の影響の強さは、対象や個人の立場や関心の程度によって異なり、また、これらは主に、表1の「いわゆる感情的システム」の働きによるものである。なおここでは、リスク認知に関する他の参考文献[50, 51, 52, 53]も参考にした。詳細は参考文献を参照されたい。

表1 二重過程理論における「人の情報処理を支える二つのシステム」

	いわゆる感情的システム	いわゆる理性的システム
名称	経験的、暗黙的 ヒューリスティック処理	分析的、明示的 システムティック処理
特徴	感情志向 無意識的・自動的・直観的 快・不快基準 全体的で印象を重視 素早く、低負荷	論理志向 意識的・制御的・熟考的 正・誤基準 分析的で個々の論拠を重視 時間がかかり、高負荷

(出典) [49]の表 5-1 より小委員会で作成

(3) 「安心感」のモデル化に向けて

安心感とは、「個々人が安心だと感じる気持ち」である。しかしそこには、以下のような、感性特有あるいは安心感固有の特性がある。

① 安心感・不安感（安心・不安の感じ方）は主観的なもので個人差がある。

「安心・安全」と一括りにされることが多いが、安全性は客観的に評価しやすいのに対し、安心感は主観的なものであり、個々人で感じ方は異なる。これまでの安全側からの「安心」と「安全」のモデルでは、「安全」も「信頼」も主観を含むにもかかわらず客観的要素をより重視しており、特に「信頼」の持つ「気持ち」の側面に十分に焦点を当てていなかった。しかし、「気持ち」や「感じ方」には個人差があり、さらに「気持ち」の側面には非論理的で説明がつかない部分があり、不安になる理由は必ずしも合理的な根拠があるとは限らない。

② 安心・不安が「バランス」の良い範囲に収まっていることが重要だが、そうならないことがある。

どのようなシステムでも、100%安全（ゼロリスク）ということはありません。また、図5に示すように、根拠なく安心しきってしまう場合（第2象限）は、リスクの見落としにつながり危険であり、逆に根拠なく不安になりすぎる場合（第3象限）は、「無駄に恐れている」可能性がある。すなわち、安心と不安には「バランス」が重要である。しかし、第2象限や第3象限では、根拠のない安心や不安が増大して両極端（上部や下部）に振れやすくなることもある。なお、この状態を避けるためには、正しい情報や合理的根拠を共有するための、その発信方法や入手方法のリテラシー教育も有効であろう。

③ （過度な）安心感・不安感は他人にも伝播しがちである。

特に、不安の暴走した状態は人の精神状態を危険にさらすだけでなく、他者に伝播していくと社会不安を引き起こすリスクになりうる。

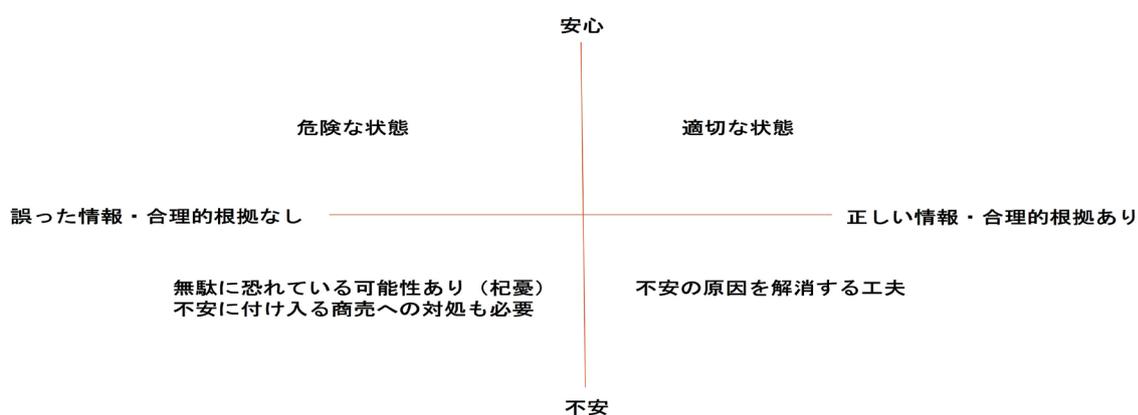


図5 安心と情報・根拠との関係

（出典）小委員会で作成

工学システムを含む人工物の有用性(Usefulness)は、ユーティリティとユーザビリティからなり、ユーティリティは機能や性能、ユーザビリティは操作性、認知性、

満足度の3要素があるとされてきた[54]。ここで、ユーザビリティの3要素に対応する主な研究分野として、操作性が人間工学、認知性が認知工学、満足度が感性工学が挙げられる。しかし昨今、例えばGAF Aにおいて、わくわくするユーザ体験(UX)を端緒とする製品・サービス開発が行われるようになり、今や「感性価値」が、ユーティリティやユーザビリティの他の2要素を凌駕するような時代になってきた。すなわち、人工物の人間中心設計でも、とりわけ人間の感性を中心に設計するという流れである。実際の安全性とその認識の不一致(安全の過信や過小評価)が、人々の不適切な行動を誘発し、過信は安全性の低下、過小評価はイノベーションの妨げとなることから、ベイズモデルに基づき、安全性に対する認識をモデル化し、その不一致を定義する試みがある[55]。さらに、ベイズモデルを用いて人々の感情を説明、予測する最近の研究[56, 57]を発展、応用することで、感情としての不安や安心もモデル化できる。

これらのトップダウンアプローチに対して、ボトムアップアプローチで安心感を工学的にモデル化する手順として、深層学習によるデータ駆動アプローチ[58, 59]を以下のように適用した。

- 1) まず、安心や不安を感じる人々の気持ちを含むデータを収集する: 気持ちを直接的に書いたデータが必ずしもあるわけではないが、インターネット上に発信された感情を含む情報や安心感に関するアンケート調査により、データを収集する。
- 2) 収集したデータから安心感の特徴を抽出する: 収集データを分析して特徴を抽出することにより、安心感の人による違いを可視化することができる。さらに、人による違いがどのような事象と関連しているかも分析可能である。
- 3) 安心感の特徴を表すモデルを構築する: 安心感の特徴を表す数理モデルを構築すると、シミュレーションが可能になる。不安と安心のいいバランスを保てる範囲の検討が可能になり、暴走するリスクの予測などに適用できる。
- 4) 実際の現象に適用してモデルを評価する: 安心感に関係する構成要素は対象によって異なるが、対象によらず工学システム(特に新技術)に共通する部分を抽出し、安心感モデルの基本的な枠組みとする。モデルの枠組みは共通化しつつ、多様な分野について構成要素を検討していく必要がある。

なお、安心感モデルの枠組みは、人の気持ちの特性なので多様な対象に適用可能である。しかし、実際には対象ごとに詳細な構成要素は異なると考えられる。工学システムの設計に役立てるためには、個々の構成要素を明らかにする必要がある。また、工学システムの導入や実用化の段階、状況に応じて特徴も変化するであろう。システムの大小、ステークホルダーの多様性や構成の複雑さ、反応がすぐ出るものそうでないものなど色々ある。そこで、多様な工学システムを対象として取り上げ、全体として「工学システムの安心感」を考えるのが重要ではないかと考えられる。

この考え方を基に、心理学と工学の研究者が協働して安心感の特徴解明とモデル化に取り組んでいる例がある[60, 61, 62]。例えば、住宅の洪水浸水リスクには発生確率と浸水時の水深が独立因子としてあり、どちらが不安因子として大きいかは個人により異なる[63]。

4 安心感に必要な構成要素

次に、報告「工学システムに対する安心感と社会」[1]で挙げた論点の二つ目として、安心感の構成要素を以下のように整理した。なお前提として、以下を再掲しておく。

- 1) 安心感・不安感（安心・不安の感じ方）は主観的なもので個人差がある。
- 2) 安心・不安がバランスの良い範囲に収まっていることが重要だが、そうならないことがある。
- 3) 安心感・不安感は他人にも伝播しがちである。

(1) 提言「日本の展望—理学工学からの提言」の視点

この提言[64]では、「安全・安心」あるいは「安心・安全」と、ほとんど「安心」が「安全」とペアで使用されており、安全・安心な生活を保っていくには、「持続可能な社会に向けた新たな科学・技術を創成していくこと」と書かれている。

(2) 社会システムとの関係性

システムが安全目標を達成していることは、適切な安心感の前提である。その上で、新たな科学・技術の創成においては、未知への不安がある。そもそも、新たな工学システムは、新たな危険源や不都合を引き起こす可能性が高く、人々の直観的な不安感は妥当な対応であると言える。頭でわかっている、暗い墓場に行くのは怖い。フランケンシュタインのような巨大で醜い存在には恐怖感を抱き、それが小さくてかわいいMinionなら、実は強盗の一味でもあまり不安を感じないかもしれない。

恐怖要因が大きい事象に対しては、説明により未知要因を減らす方法だけではなく、恐怖心を減じる別の工夫の必要がわかる。すなわち、専門家は、知識が正しいことを合理的に説明するだけでなく、知識を受け取る側の「気持ち」に配慮し、知識のわかりやすさや、驚かせない、違和感のない、親しみやすい（例えば、「かわいい」）**インタフェース**を供する必要がある。その際には、ロボットなどの工学システムに生命を感じたり名前を付けたりする日本人（だけではないかもしれないが）の感性も考慮に値する。

また、工学システムの供給者側は、リスク認知の「未知要因」を減じるために、システムの利点であるユーティリティだけでなく、ユーザ視点に立ったユーザビリティに関する欠点（使いにくさ、わかりにくさ等）も十分に**情報共有**することが必要である。

さらに、それらに先立ち、担当者、工学システム（そこに含まれる AI や情報技術を含む）や、そのメーカーやブランドへの**信頼感**が醸成されていると、それが安心感につながる。

また、受動的だと能動的な場合よりもリスクに敏感になるので、知識を受け取る側が主体的に知識を共有する工夫も重要である。

一方、図4の自転車（第3象限のBicycles）に対しては、一般人は専門家と比較して**過度に安心**しており、また過度に知識があると思込んでおり、こういう安心が事故のもとになるので、それを自覚させる工夫が必要である。すなわち、親しみやすいインタ

フェースや信頼感の醸成により生まれた安心感に対し、それが本当に正しい知識や合理的な根拠に基づくものであるかを、可能な範囲で自問自答するのは、知識を受け取って共有する側の責任である。例えば A. Cheok 等は、自衛隊のかわいいマスコットキャラクターは、苦い薬の表面を砂糖でコーティングして中身を覆い隠す糖衣錠の様だと「かわいいインタフェース」に警鐘を鳴らしている[65]。

さらに、工学システムは稼働により経時変化（安全性が劣化）する点も認識する必要がある。それに対応して、当初達成していた安全性を維持するためには、**定期点検・保守**が欠かせない。また、やむを得ない経時変化以外の安全性の劣化（「不適切な使用」を含む）を防止するためには、ユーザへの**サポート体制**も欠かせない。

そもそも「安全」とは、「許容できないリスクの無いこと」である[1]。「100%安全」ということはありえないので、万が一の事故に備えて、**法律、補償制度、司法制度の整備**も必要である。

なお、繰り返しになるが、以上において、冒頭に再掲した安心感の特性を踏まえることが肝要である。

5 「安心を感じる社会に必要な構成要素」の具体例

ここでは、工学システムの具体例として道路交通における自動運転を取り上げる。既に、2章(6)において「道路交通における自動運転と安心感」を論じているが、その後の「安心感モデル」及び「安心を感じる社会に必要な構成要素」の議論を踏まえて再考する。ただし、提言「工学システムの社会安全目標の新体系」[4]や、自動運転の社会実装と次世代モビリティによる社会デザイン検討委員会から発出された見解[66]や提言[67]にも記載されているように、自動運転に対してどこまで安全を求めるかはまだはっきりした答えが無い。そこで、安全側から安心を考える視点では、安全がどこまで担保されているか不明確な現時点では、まだ安心について十分深い議論ができる段階にはない。なお、今回は、社会的インパクトが大きく比較的身近な事例であり、かつ当分科会で検討しやすいことから「道路交通における自動運転」を取り上げたが、別の複数の具体例も検討し、ボトムアップアプローチによる安心感のモデル化を進展させることは、次期の課題である。

(1) インタフェース

自動車には、3つあるいはそれ以上の車輪がついていて、運転者が操作するハンドルとブレーキとアクセルがある。ガソリンエンジン、電気モータなどの動力源があるが、外からは見えない。現在の自動車は「走るコンピュータ」と言えるが、その見かけは、CPUが搭載される以前から変わっておらず、この「インタフェースが変わっていない」ことが、車内及び車外の不安感を払しょくしていると推測される。しかし、自動運転車にはAIが搭載されており、本来はAI/ロボットと同様の不安感があるはずである。自動車の場合には、「見慣れた見かけ」であることが安心感を生んでいると言える。ただし、レベル5の完全自動運転車になると、ハンドルもブレーキもアクセルも無くなり、それがこの自動車の車内における不安材料となる。専門家はハンドルやブレーキやアクセルは無用な存在だと説明するが、その説明が「腑に落ちない」人々には、何らかの安心材料を提供する必要がある。

一方、自動運転車の隊列走行において、車間距離が短いと「危なそうに見える」という指摘がある。これは、見慣れれば、危なそうに見えなくなるかもしれない。気持ちは時間とともに変わっていく可能性があるからである。しかし現状では、例えば「もし通信回線に遅延が生じて制御が間に合わなかったら車どうしがぶつかってしまうかもしれない」という不安が拭えないかもしれない。確かに、通信回線がハックされたら、それが現実のものとなる。そこには、情報技術に対する信頼の確立が重要である。このように、安心感は個々人によって異なるという前提で、「危なそうに見える」原因の感性工学的解明とその解消への努力が必要である。

(2) 情報共有

自動運転車が公道上を安全に運行するためには、交通インフラ側のグローバルな情報と個々の自動運転車のローカルな情報の、少なくとも利点であるユーティリティと、ユーザ視点に立ったユーザビリティ（例えば、自動運転車のその場に応じた臨機応変な対

応には限度があることなど)を含む情報共有が必須である。また、情報は時々刻々変化することから、情報の変化のわかりやすい提示方法も重要である。

(3) 信頼感の醸成

自動運転車や自動運転を実現するための交通情報ネットワークを含む交通インフラの設計・開発・運用・保守・使用に関わるステークホルダーだけでなく、自動運転車が道路を運行することから、このシステムの第三者である歩行者や自転車や道路の横に立つ住宅(住宅の住人を含む)・商店や施設(その利用者を含む)等、関係者は多様である。さらに、道路上には、レベル0から5までの多様な自動運転のレベルの自動車が混在する可能性がある。これまでの手動運転による自動車は、自動車単体や自動車間の事故だけでなく、歩行者をはねる、商店や病院に突っ込む等、第三者を巻き込む事故も多数引き起こしてきた。道路交通における自動運転は、これらの事故を大きく減らす(約90%削減)ことが予測されている。自動運転システムに携わる企業や自治体・政府は、単に情報を提供するだけでなく、自動運転車の利用者や第三者の気持ちに寄り添い、また利用者や第三者もそのシステムに実感を持って参画することにより、交通インフラ側のAIやネットワーク技術を含めて、システムへの信頼感を醸成する必要がある。

(4) 過信を自覚する仕組み

優れたインタフェースや、適切な情報共有や信頼感の醸成の結果、「過信」(安心し過ぎ)は避けるべき事態である。自動運転車の利用者や第三者は、手動運転車よりは安心して良いものの、決してゼロリスクではないことを常に念頭に置き、過信しないようにする仕組み(例えば、リスクの見える化)の導入も期待される。

特に、レベル1や2の運転支援における、専門家から見た「過度な安心感」は、図4の自転車と似た状態で、運転者は100%安全ではないことを認識して安全運転を心がける必要があり、それを自覚する仕組みが望ましい。

(5) 定期点検と保守、サポート体制

自動車や交通インフラの定期点検や保守は、安全性の維持に欠かせない。現在、点検不備で通行禁止になっている橋も全国には数多くある。自動車のリコール制度、車検制度や運転免許の更新制度など、これまでの手動運転においても、定期点検や保守の制度はあるが、これらは、自動運転への移行に伴い適切に制度変更が行われることが必要である。また、自動運転車のこれまで以上のホワイトボックス化に対応して、よりきめ細かく丁寧なサポート体制も重要である。

(6) 万が一の事故に備えた、法律、補償制度、司法制度の整備

ゼロリスクは無いということ、すなわち事故が起きる可能性を考慮し、万が一の事故に備えて、これまでの手動運転車を想定して整備されてきた法律、補償制度、司法制度の再整備が必要である。現状の手動運転との違いに対応し、多様なステークホルダーや

第三者が納得する制度の確立が望まれる。なお、今期発出された見解[66]の要旨にも以下の記載がある。

「レベル4自動運転移動サービスを実施できる法制度の枠組みはできたものの、実際に社会に導入する際の詳細なシステム設計や運用方法については、まだまだこれからであり、起こりうる事象に対して裁判においてどのように判断されるかも未知数の部分が多い。」

6 見解

異常気象、他国からの侵攻、核爆弾利用の脅し、福島事故後の風評被害、COVID-19の大流行など、昨今、不安感の強い社会状況が続いている。一方、道路交通における自動運転など新しい技術や地球温暖化を抑制する施策の社会実装においては、その技術や施策が社会に受け入れられる形になっている必要がある。

日本学術会議では、総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会の中に、「工学システムに対する安心感等検討小委員会」を第24期に新しく立ち上げ、特に「安心感」に対して、様々な側面から議論を行った。第24期は、工学システムに対する安心感と社会との関係を明らかにするために、まず「安全」の視点から、これまで不明確だった「安心」と「安全」の関係について明確化を試みた。次に、「安全」の視点とは異なる視点も含めた「安心」の体系化や「安心感」との関係の明確化、さらに社会との関係に不可欠な要素の明確化について議論した。さらに、シンポジウムで深めた議論の結果を、2020年8月25日に報告「工学システムに対する安心感と社会」[1]として公表し、以下の2点を提案した。

- 1) 工学システムの「安心」を議論するために「安心」の構造を体系的に整理する必要がある。
- 2) 安心な社会を実現するための要素を明確にする必要がある。

これに対し第25期は、「安心」の視点から、これらの課題について審議し、その結果を本見解としてとりまとめることにした。「安心感」とは、「安心」を感じる気持ちであり、感性特有あるいは「安心感」固有の、以下の特性がある。

- 1) 安心感・不安感（安心・不安の感じ方）は個人差がある。
- 2) 安心・不安がバランスの良い範囲に収まっていることが重要だが、現実では必ずしもそうならない。
- 3) （過度な）安心感・不安感は他人にも伝播しがちである。

これに対し、分科会では、識者からの話題提供、学術フォーラムの開催を含めて議論の場を設け、審議の結果、本見解をとりまとめた。

- 1) 安心感・不安感の議論においては、常に上述した特性を念頭に置くべきである。
- 2) 安心感の構造を明らかにするモデル化では、トップダウンアプローチと共にボトムアップアプローチを用い、安心感の個別の構成要素と工学システム（特に新技術）に共通する安心感の基本的な枠組みを明らかにすべきである。
- 3) 工学システムが安全目標を達成していることは、適切な安心感の前提である。安全に関する情報の収集、透明性の確保と適切な公開の上で、社会における工学システムの安心感の醸成に必要な以下の構成要素を実現すべきである。

- 1) リスク認知における未知要因を減じるための、分かりやすいインタフェースと、ユーザ視点に立ったユーザビリティに関するシステムの欠点の説明
- 2) リスク認知における恐怖要因を減じるための親しみやすいインタフェース
- 3) 担当者、工学システム、そのメーカーやブランドに対する信頼感の醸成
- 4) 知識を受け取る側の主体的な知識共有
- 5) 知識を受け取る側の安心感が本当に正しい知識や合理的な根拠に基づくものであるかどうかの自問自答を含む情報リテラシー
- 6) 定期点検・保守、ユーザへのサポート体制
- 7) 法律、補償制度、司法制度の整備
- 8) 不安要因を増大させる社会的・経済的・政治的要因の軽減、解消

工学システムのステークホルダー（企業・関係省庁・自治体・市民）は、「安全」だけでなく、「安心」についての以上の側面を考慮して、工学システムの設計・実装・利用にあたるべきである。ただし、8) については、本見解の範囲を超えるので、ここでは扱わない。

なお、「道路交通の自動運転」という具体例から得られた結果が、必ずしも一般化できるとは限らず、これ以外の複数の具体例からのボトムアップアプローチによる「安心を感じる社会に必要な構成要素」の見直しは、今後の課題である。また、科学技術（・イノベーション）基本計画に掲げられているとおり、基本的に安全・安心な社会は追求すべきであるが、その追求の負の側面やデメリットの検討も必要であり、これも今後の課題である。

さらに、「安心」に意味が完全に対応する英語が無い理由について、日本と欧米の考え方の差異を含め、その検討は今後の課題である。

<用語の説明>

- 安心：デジタル大辞泉では、気がかりなことがなくて、心が落ち着いていること。さらに本見解では、その定義はあいまいであるが、安心の度合いを安全と信頼の単調増加関数で表すモデルを採用した。個人の感情であり、意味の完全に対応する英語が無い。ただし類義語として心理的安全性（“psychological safety” 「組織の中での自分の発言に対する安心」）や社会的受容性（“social acceptance” 「ある技術が社会的に受け入れられているか、あるいは単に我慢されているという事実」）等がある。
- 安心感：個々人が安心を感じる気持ち。
- 安全：許容できないリスクの無いこと[1]。
- 工学：Oxford Language によると「役に立つ生産物を得るために、計画・設計・製造・検査の段階に基礎的科学を応用する技術の総称」、デジタル大辞泉によると「基礎科学を工業生産に応用するための学問。機械工学・土木工学・電子工学などのほか、人間工学などその研究方法を援用した自然科学以外の分野のものにもいう。」とある。徳島大学工学部のウェブサイトには、「数学と自然科学を基礎とし、時には人文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」、「社会が高度技術化、人工システム化した現代においては、工学は広く人工システムの開発企画・設計、製作、運用、保全のための基礎となる学問ということも出来ます。」とある。また東京大学のオープンキャンパスの講義では、「ものごとの全体をシステムとして捉え、問題を解決したり、広い意味での『もの』を作ったりする学問です。」としている。
- 工学システム：工学により実現されるシステムのこと。本見解では、気候変動対策として必要な工学システムや、医薬品の使用の安全を担保するための物や情報の流れのシステム、ソーシャルメディアを構築するシステムも、工学により実現されることから、工学システムであると考えている。
- システム：多数の要素が有機的に結合し、全体として特定の機能を持つもの。
- 不安：実存哲学の概念の一つであるが、ここでは安心の反対語、すなわち、気がかりで落ち着かないこと。なお、STAI(State-Trait Anxiety Inventory)という不安を測定する心理検査では、特性不安（不安を感じやすい性格かどうかを表す傾向）と状態不安（今現在感じている不安の強さ）という2種類の不安が定義されている。
- 不安感：個々人が不安を感じる気持ち
- リスク認知：リスクの影響を受ける可能性のある人の、リスクに対するとらえ方。リスク認知に関わる要因は、個人側にある要因、環境側にある要因、対象側の要因に纏めることができる[50]。

<参考文献>

- [1] 日本学術会議 総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、報告「工学システムに対する安心感と社会」、2020年8月25日。
- [2] 甘利康文、安心の本質とは何か?、日本セキュリティ・マネジメント学会誌、Vol. 34, No. 3, pp. 3-21, 2021
- [3] ISO/IEC Guide 51:2014 安全側面—企画への導入指針、2014年3月。
- [4] 日本学術会議総合工学委員会・機械工学委員会合同工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会、提言「工学システムの社会安全目標の新体系」、2020年8月28日。
- [5] 大倉典子他、特集「安心感」への多面的アプローチ、「感性工学」、Vol. 17, No. 1, 2019年3月。
- [6] “感性” 小学館「デジタル大辞泉」、2022年12月13日閲覧
- [7] 日本学術会議人間と工学研究連絡委員会感性工学専門委員会、対外報告「現代社会における感性工学の役割」、平成17年8月30日
- [8] M. Czerwinski, J. Hernandez, and D. McDuff, Building an AI that feels: AI systems with emotional intelligence could learn faster and be more helpful, IEEE Spectrum, Vol. 58, No. 5, pp. 32-38, 2021.
- [9] IEEE Transactions on Affective Computing,
<https://ieeexplore.ieee.org/xpl/aboutJournal.jsp?punumber=5165369>
- [10] 内閣府、第2期科学技術基本計画（平成13～17年度）、2001。
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/kihon.html>
- [11] 内閣府、第3期科学技術基本計画（平成18～22年度）、2006。
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/kihon3.html>
- [12] 内閣府、第4期科学技術基本計画（平成23～27年度）、2011。
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index4.html>
- [13] 内閣府、第5期科学技術基本計画（平成28～32年度）、2016。
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index5.html>
- [14] 内閣府、第6期科学技術・イノベーション基本計画、2021。
<https://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/index6.html>
- [15] 大倉典子、誰もが安心して暮らせる社会を実現するための、生活空間の条件の感性実験による導出、科学研究費助成基盤研究（C）、2005年～2008年
- [16] 石井遼介、心理的安全性のつくりかた、日本能率協会マネジメントセンター、2020年9月。
- [17] 神崎宣次、「社会的受容」の概念分析：人工知能の倫理のための、第34回日本人工知能学会年次大会、4N2-S-26a-05, 2020.
- [18] 公益社団法人化学工学会地域連携カーボンニュートラル推進委員会 HP,
<https://www.cn.scej.org/committee/objective/> 最終閲覧2023年1月21日

- [19] 日本学術会議 カーボンニュートラル（ネットゼロ）に関する連絡会議
https://www.scj.go.jp/ja/member/iinkai/carbon_n/index.html
- [20] 国土交通省、令和4年版国土交通白書 第I部第3章第2節気候変動時代のわたしたちの暮らし、pp. 103-111, 2022.
<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r03/hakusho/r04/pdf/np103200.pdf>
- [21] THE WORLD BANK DATA “Individuals using the Internet (% of population)”
<https://data.worldbank.org/indicator/IT.NET.USER.ZS> 最終閲覧 2023年9月18日
- [22] 総務省、平成14年版情報通信白書、第1章第7節5日米欧の技術開発、p. 132, 2002.
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h14/pdf/E1070000.pdf>
- [23] 総務省、令和4年版情報通信白書、第2部情報通信分野の現状と課題 第4章第2節5(4)違法・有害情報への対応、pp. 127-129, 2022.
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r04/pdf/n4200000.pdf>
- [24] 遠藤薫、インターネットと〈世論〉形成、東京電機大学出版局、2004.
- [25] 遠藤薫、電子社会論、実教出版、2000.
- [26] 遠藤薫、横幹知とELSI：デジタル信頼をいかに構築するか、第13回横幹連合コンファレンス予稿集、2022.
- [27] 厚生労働省、試験問題に関する手引き 第1章 医薬品に共通する特性と基本的な知識、平成19年8月
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/iyakuhin/ippanyou/pdf/shikena.pdf>
- [28] 厚生労働省医療安全対策検討会議、医療安全推進総合対策 ～医療事故を未然に防止するために～、平成14年4月17日
<https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000907975.pdf>
- [29] 内閣府、ムーンショット目標3,
<https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/sub3.html> 最終閲覧 2023年9月18日
- [30] 野村総合研究所、日本におけるコンピュータ化と仕事の未来、表2、2017.
<https://www.nri.com/-/media/Corporate/jp/Files/PDF/journal/2017/05/01J.pdf>
- [31] 森政弘、不気味の谷、Energy, Vol.7, No.4, pp.33-35, 1970.
- [32] P. Slovic, Perception of Risk, Science, Vol.236, pp.280-285, 1987.
- [33] H. S. Kang, K. Makimoto, R. Konno and I. S. Koh, Review of outcome measures in PARO robot intervention studies for dementia care, *Geriatric Nursing*, Vol.41, No.3, pp.207-214, 2020.
- [34] R. Aminuddin, A. Sharkey and L. Levita, Interaction with the Paro robot may reduce psychophysiological stress responses, 2016 11th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI), Christchurch, New Zealand, pp. 593-594, 2016.
- [35] 柴田崇徳、メンタルコミットロボット「パロ」の開発と普及：認知症等の非薬物療法のイノベーション、情報管理、Vol.60, No.4. pp.217-228, 2017.
- [36] 岡田美智男、ロボット——共生に向けたインタラクション、東京大学出版会、2022.

- [37] 文部科学省、令和2年度の戦略目標及び研究開発目標の決定について 【戦略目標】
信頼されるAI, https://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/2020/mext_00487.html
最終閲覧 2023年9月18日
- [38] S. U. Noble, *Algorithms of Oppression*, New York University Press, 2018.
- [39] J. Angwin, J. Larson, S. Mattu and L. Kirchner, "Machine bias," *ProPublica*, 2016.
<https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing>. (retrieved on December 30, 2019)
- [40] R. Benjamin, *Race after Technology: Abolitionist Tools of New Jim Code*, Polity, Cambridge, UK, 2019.
- [41] D. Ensign, S. A. Friedler, S. Neville, C. Scheidegger and S. Venkatasubramanian, "Runaway feedback loops in policing," *Proceedings of Machine Learning Research*, Vol. 81, pp. 1–12, 2018.
- [42] Y. Katz, *Artificial Whiteness: Politics and Ideology in Artificial Intelligence*, Columbia University Press, 2020 [庭田よう子訳、『AIと白人至上主義—人工知能をめぐるイデオロギー』、左右社、2022]
- [43] 保科学世・鈴木博和、責任あるAI—「AI倫理」戦略ハンドブック、東洋経済新報社、2021.
- [44] C. O'Neil, *Weapons of Math Destruction: How Big Data Increases Inequality and Threaten Democracy*, Phoenix: Crown, 2016 [久保尚子訳、『あなたを支配し、社会を破壊する、AI・ビッグデータの罠』、インターシフト、2018]
- [45] Y. Katz, *Artificial Whiteness: Politics and Ideology in Artificial Intelligence*, Columbia University Press, 2020 [庭田よう子訳、『AIと白人至上主義—人工知能をめぐるイデオロギー』、左右社、2022]
- [46] *Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems*, Ver. 2, IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems, 2019,
https://standards.ieee.org/wp-content/uploads/import/documents/other/ead_v2.pdf (retrieved on July 21, 2023)
- [47] Open AI, ChatGPT, <https://openai.com/blog/chatgpt> 最終閲覧 2023年9月18日
- [48] 総務省、令和3年版情報通信白書、第1部 特集 デジタルで支える暮らしと経済 序章第4節(4)過去の成功体験、(5)デジタル化への不安感・抵抗感、pp. 25–26, 2021.
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/n0000000.pdf>
- [49] 中谷内一也、安全。でも、安心できない・・・、筑摩書房、2008.
- [50] 木下富雄、リスク認知の構造とその国際比較、安全工学, Vol. 41, No. 6, pp. 356–363, 2002.
- [51] 土田昭司、木下富雄、中谷内一也、田中豊、リスク認知・リスク判断は感情か理性か、日本リスク研究学会誌、 Vol. 19, No. 2, pp. 44–55, 2009.
- [52] 木下富雄、深層防護とリスクコミュニケーション、心理学研究、Vol. 92, No. 5,

- pp. 482-494, 2021.
- [53] 中谷内一也、リスク心理学、筑摩書房、2021.
- [54] 黒須正明、伊東昌子、時津倫子、ユーザ工学入門、共立出版、1999.
- [55] H. Yanagisawa, A computational model of perceptual expectation effect based on neural coding principles. *Journal of Sensory Studies*, Vol. 31, No. 5, pp. 430-439, 2016.
- [56] H. Yanagisawa, Free-energy model of emotion potential: Modeling arousal potential as information content induced by complexity and novelty. *Frontiers in Computational Neuroscience*, Vol. 15, 107, 2021.
- [57] H. Yanagisawa, X. Wu, K. Ueda, T. Kato, Free energy model of emotional valence in dual-process perceptions. *Neural Networks: The Official Journal of the International Neural Network Society*, Vol. 157, pp. 422-436, 2023.
- [58] 鳥海不二夫、榊剛史、吉田光男、ソーシャルメディアを用いた新型コロナ禍における感情変化の分析、人工知能学会論文誌、Vol. 35, No. 4, pp. 1-7, 2020.
- [59] A. Hussain, A. Tahir, Z. Hussain, Z. Sheikh, M. Gogate, K. Dashtipour, A. Ali, and A. Sheikh, Artificial Intelligence - Enabled Analysis of Public Attitudes on Facebook and Twitter Toward COVID-19 Vaccines in the United Kingdom and the United States: Observational Study, *J. of Med. Internet Res.*, Vol. 23, No. 4, e26627, 2021.
- [60] 庄司裕子、感性価値創造の観点から見た安心感マネジメント、感性工学、Vol. 19, No. 4, pp. 159-162, 2021.
- [61] 久徳康史、質問票を用いた安心感の測定に向けて、感性工学、Vol. 19, No. 4, pp. 175-178, 2021.
- [62] 福田悟志、難波英嗣、庄司裕子、コロナ禍におけるワクチンに対する人々の感情変化とその要因の分析、知能と情報、Vol. 34, No. 3, pp. 592-600, 2022.
- [63] S. Akiba et al., Effects on Psychological and Behavioral Intentions Associated with Flood Risk Information, Joint 12th International Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 23rd International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS&ISIS 2022).
- [64] 日本学術会議日本の展望委員会理学・工学作業分科会、提言「日本の展望—理学工学からの提言」、2010年4月5日.
- [65] A. Cheok, M. Ohkura, O. Fernando, and T. Merritt, Designing Cute Interactive Media, *Innovation*, Vol. 3, No. 3, pp. 8-9, 2008.
- [66] 日本学術会議自動運転の社会実装と次世代モビリティによる社会デザイン検討委員会、見解「自動運転における倫理・法律・社会的課題」、2023年5月26日
- [67] 日本学術会議自動運転の社会実装と次世代モビリティによる社会デザイン検討委員会、提言「自動運転の社会実装と次世代モビリティによる社会デザイン」、2023年9月15日

<参考資料 1> 審議経過

令和3年

- 1月7日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第1回）
役員の選出、小委員会の設置、今後の進め方について
- 2月17日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第1回）
役員の選出、今後の進め方について
- 4月9日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第2回）
委員による話題提供、小委員会の設置、小委員会からの報告
- 5月7日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第2回）
安全工学シンポジウムのOSの講演者による話題提供
- 8月4日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第3回）
委員による話題提供
- 8月メール審議 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第3回）
特任連携会員の承認
- 9月27日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第4回）
安全工学シンポジウム開催報告、カーボンニュートラルへの取組方
- 11月8日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第4回）
千葉大学神里達博連携会員による話題提供、今後の進め方について
- 12月22日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第5回）
カーボンニュートラルへの取組方、安全工学シンポジウム2022

令和4年

- 1月29日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第5回）
日本感性工学会誌特集「安心感マネジメント」の紹介、学術フォーラム
- 3月22日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第6回）
安全工学シンポジウム2022、カーボンニュートラル施策のリスク検討
- 4月1日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第6回）
安全工学シンポジウムのOS、見解のまとめ方、学術フォーラムについて
- 5月メール審議 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第7回）
学術フォーラム「安心感への多面的アプローチ」の承認
- 6月20日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第7回）
委員による話題提供、学術フォーラム、見解の骨子について
- 7月6日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第8回）
安全工学シンポジウム、カーボンニュートラル施策、見解の申出書
- 8月23日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第8回）
学術フォーラムの実施、見解の内容について
- 10月6日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第9回）

- 見解の申出書、学術の中長期研究戦略について
- 10月31日 工学システムに対する安心感等検討小委員会（第9回）
学術フォーラムの実施、見解の内容について
- 12月15日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第10回）
学術フォーラムの実施報告、見解の内容について

令和5年

- 1月5日 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第10回）
見解の内容、小委員会報告、安全工学シンポジウム2023について
- 2月24日～3月6日（メール審議）
工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会（第11回）
見解「工学システムに対する「安心感」と社会の在り方」について承認
- 9月19日 日本学術会議科学的助言等対応委員会
見解「工学システムに対する「安心感」の醸成」について承認

＜参考資料２＞学術フォーラム開催

安心感への多面的アプローチ

主催：日本学術会議総合工学委員会機械工学委員会合同 工学システムに関する安全・安心・リスク検討分科会

共催：日本感性工学会

協賛：自動車技術会

開催日時：2022年11月5日（土）13:00～17:10

開催場所：オンライン

企画趣旨：

COVID19の大流行、異常気象、他国からの侵攻、核爆弾利用の脅し、福島事故後の風評被害など、昨今、従来にも増して不安感の強い社会状況が続いている。一方、道路交通における自動運転など新しい技術や地球温暖化を抑制する施策の社会実装においては、その技術や施策が社会に受け入れられる形になっている必要がある。ここで、江戸時代の「知らしむべからず」施策による無知に根ざした安心感ではなく、寺田寅彦の「正當に怖がる」ことが重要である。本フォーラムでは、「科学技術基本計画」（第6期から「科学技術・イノベーション基本計画」）にも継続してうたわれている**人々が安心を感じる社会**を実現するために必要な科学技術について、多様な専門分野の研究者から事例や考え方をご紹介頂き、安心感の構成要素を明らかにすることで、人々が安心を感じる社会の在り方を議論する。

司会：辻 佳子（日本学術会議連携会員、東京大学環境安全研究センター教授）

大倉 典子（日本学術会議第三部会員、芝浦工業大学名誉教授・SIT 総合研究所特任教授）

13:00 開会挨拶：吉村 忍（日本学術会議第三部長、東京大学副学長、大学院工学系研究科教授）

13:10 講演「ソーシャルメディアと安心感」 遠藤 薫（日本学術会議連携会員、学習院大学法学部政治学科教授）

13:40 講演「医薬品と安心感」 土屋 文人（元日本薬剤師会副会長、元国際医療福祉大学教授）

14:10 講演「AIと安心感」 佐倉 統（日本学術会議特任連携会員、東京大学大学院情報学環教授）

14:40 講演「情報学から見たつながりと変化と安心感」 柴山 悦哉（日本学術会議連携会員、東京大学情報基盤センター教授）

15:10 講演「道路交通における自動運転と安心感」 須田 義大（日本学術会議連携会員、東京大学モビリティ・イノベーション連携研究機構長、生産技術研究所教授）

15:40 講演「安心感モデルの適用」 庄司 裕子（日本学術会議連携会員、中央大学理工学部教授）

16:10 休憩

16:20 パネル討論：モデレータ：大倉 典子（前掲）、パネリスト：辻 佳子（前掲）、講演者

17:00 閉会挨拶 須田 義大（前掲）

＜参考資料3＞第24期報告「工学システムに対する安心感と社会」の概要

この参考資料は、第24期の報告[1]の2章及び4章(3)の内容を再構成したものである。

「安全」の重要性に関しては、これまで多くの議論がなされてきたが、最近「安心」もまた重要な論点になっている。しかし、「安心」を議論する視点が未だ定まっていないため、議論が深まらないことも多い。安心論では、個人の主観、知識や経験によっても左右されるなど、個人の心理学的視点等から議論することも重要であるが、第24期には、主に「安全」の視点から、「安心」を社会の意思決定における重要な事項と位置づけ、「安心」についての議論を整理した。

工学システムに対する安心は、安全と切り離すことはできない。例えば、消費者に、自動車等の製品や情報ネットワーク等のサービス等を安心して使用してもらうには、まず、製品等自体が安全であることが大前提である。現実には、消費者は安心を求め、企業や国は、安全を確保する責任を持っている。

(1) 「安全」と「安心」の関係の、「安全」側から見た整理

第24期には、「安全」と「安心」の関係は、安全×信頼＝安心という安心のモデル[20]により、検討を進めた。すなわち、工学システム提供者側が保証する「安全」と受け手の「安心」を結びつけるのは、両者の「信頼」関係であると考えた。ここで言う信頼は以下の4種類である。

- 1) 制度・組織に対する信頼
- 2) 科学技術・専門家に対する信頼
- 3) 自分の知識に対する信頼
- 4) 集合知（他知）に対する信頼

いくら企業や国が安全を実現しても、受け手にとって、その安全を実現している機関や人間が信頼できない限り、安心には繋がらない。さらに、安全であっても信頼が持たなければ安心は成り立たない一方、信頼し過ぎて安心し過ぎて安全は成り立たない。

安全を実現している機関が信頼を得るには、一朝一夕ではできない。良い情報も悪い情報も公開して、長い間のリスクコミュニケーション³を通して、安全や安心のあるべき姿を目指していくことが必要である。

しかし、「一般市民が、リスクに関する正しい科学的知識を知ってもらえれば、安全に関する誤解がなくなり、安心に繋がるはずである」という知識欠如モデルには、安心感を高める上で問題がある。一般市民に正しい科学的知識をもって冷静に判断してもらうのが望ましいが、それは簡単なことではない。また、たとえ正しい科学的知識を持ったとしても、それからの論理的帰結に従うとは限らない。価値観は個人によって異なり、「安心感」がこの価値観に依存するためである。

すなわち、「安全」と「安心」は、それぞれ独立に議論できるわけではなく、「安心」

³ リスクに関する情報やリスク分析に必要な知識や情報を関係者間で共有する活動

は「安全」を前提とした概念と考えると、「安心」を得るためには、まず「安全」なシステムを構築し、さらにその「安全」であることが信頼できる仕組みを持つ必要がある。

「安心」が得られることは、一般的に好ましいことと考えられているが、市民の「安心」が高まる原因には、市民のリスクに関する知識が乏しい、あるいはリスクに無関心で世論を無条件に受け入れている場合も考えられるため、単に「安心」が高ければ良いわけではない。大事なことは、まず高いレベルの「安全」があつて、それに知識や関心が高い状態に基づく信頼が加わる結果、高い「安心」が得られることである。

公共性の高い工学システムに対する「安心」のための仕組み作りで難しいのは、多様な関係者の意見を調整することが期待されている行政自体が、中立的な第三者ではなく、一方の当事者になる場合があることである。先に記した信頼の対象である制度・組織を細分化すると、1)事業者（企業自体、地元サイト経営、運用担当者個人）、2)地元行政、3)国の推進行政、4)国の安全行政（運用、保守、事故防止制度、防災制度）となる。このように多様なステークホルダーの意見を調整する行政自体が、もし一方の当事者になってしまうと、その信頼を高めることは難しくなってしまう。

(2) 「安全」側からの、「安全」に関する制度、許容、技術等に関する問題と「安心」

「安心」が得られない原因として、「安全」自体の問題が整理されていないことがある。この状況に対しては、本分科会から2020年8月28日に提言「工学システムの社会安全目標の新体系」[4]を発出し、ここでの議論の基礎とした。

なお、「安全」の定義における「許容できないリスク」の「許容できない」という部分について、図1にリスクマトリックスの例を紹介する。

無視できる程度←危害の大きさ→破局的

		A				
		1	2	3	4	
頻度	低	1	1	1	1	1
	↑	2	1	2	2	
	3	1	2	2	3	
	4	2	2	3	4	
	↓	5	2	3	4	4
	高	6	3	4	4	4

リスクの大きさ 1:無視可能, 2:許容可能, 3:受け入れられない, 4:まったく受け入れられない

危害の大きさ 1:無視可能な, 2:軽微な, 3:重大な, 4:破局的な

頻度 1:信じられない, 2:起りそうにない, 3:あまり起らない, 4:ときどき起る, 5:かなり起る, 6:しばしば

図1 リスクマトリックス

(出典) 参考文献[1]の図2を小委員会で改変

ここで、「例え起こりそうにない頻度 (B=2) やあまり起らない頻度 (B=3) であっても、それが一度起きれば破局的な大きさになる (A=4) のであれば、リスクの大きさは許容可能(2)や受け入れられない(3)ではなく、まったく受け入れられないリスク(4)ではないか」という議論があった。実際、リスクの値は、利用する人や組織の価値観により異なってよい(ただし、マトリックス表は単調増加の条件を満たす必要がある⁴⁾)。すなわち、A=4、B=1の時にリスクの値として4を入れた場合には、「破局的な被害が生じる可能性がある場合には、いかに発生する可能性が低くても、この製品やシステムは設計しない、構築しない、使用しない」という選択をすることを意味する。

(3) 「安全」と「安心」の関係の、「安心」側から見た整理

「安全×信頼=安心」という安全側からのモデルで示されるように、科学技術に携わる者は、利用者に安心感を与えるために、いかに「安全」を大きく完璧に近づけるか、いかに「信頼」を高くするかに専心してきた。すなわち、エンジニアの発想は基本的に「安全→安心」である。しかし、利用者側の気持ちをまず考える「安心→安全」という順序での発想も重要ではないかと考えられる。

このような安心と安全の関係は、子育てにおける親子関係に類似性を見いだせる。多くの親は我が子の成長にとって有用だと思える教育を与えるが、子どもにも個性や自我があり「親がしてあげたいこと」と「子どもがして欲しいこと」は異なる。高い安全性を提供すれば安心感も高まるのと同様で、親が良い環境を与えると一般的には子どもの安心感も高まるが、一旦歪みが生じると過干渉によって逆に子どものストレスを高め心身の発達が阻害される場合もある。工学システムにおいても、事故や不祥事によって安全に疑いが生じると信頼が崩壊し、安心感が得られなくなるのと同様である。

子育て論では親子関係がうまくいかない場合、親は信頼関係を再構築して子どもが親の意見を受け入れるベースが整うのを待つのが良いとされる。子どもの言うことを否定せず、子どもから求められたことだけに応えていくうち、徐々に信頼関係が再構築されると、子どもが親の意見を受け入れるようになる。子育てでは理屈より子どもの気持ち(安心感)をコアと考える「安心→安全」的な発想が重視される。

工学システムにおいて高い安全性を追求することはもちろん重要であるが、利用者に安心感を持ってもらうためには、「安心→安全」指向で「人が何を主観的に安全と考えて安心できるか」から議論を始め、その条件をクリアする技術を工学的に目指すことも求められる。そのためには、人の心の側面を科学的に説明することが重要であり、人の主観を工学的に扱おうとしてきた感性工学からの寄与が求められている。

⁴ 単調増加とは、図1でAまたはBが大きくなるほど、リスクの値は等しいか、またはより大きな値をとらねばならないことを意味する。