

巨大システムと人間特別委員会報告

巨大技術システムと人間—安全性確保と人間性尊重の立場からの提言—

平成 6 年 6 月 2 7 日

日 本 学 術 会 議
巨大システムと人間特別委員会

この報告は、第15期日本学術会議巨大システムと人間特別委員会の審議結果を取りまとめ発表するものである。

委員長	内山喜久雄	(第1部会員, 放送大学客員教授)
幹事	南博方	(第2部会員, 成城大学学長)
	戸田巖	(第5部会員, 富士通(株)常務取締役)
	菅野晴夫	(第7部会員, (財)癌研究会癌研究所名誉所長)
委員	安井稔	(第1部会員, 静岡精華短期大学学長)
	上原行雄	(第2部会員, 一橋大学法学部教授)
	麻島昭一	(第3部会員, 専修大学経営学部教授)
	松田武彦	(第3部会員, 産能大学学長)
	井口洋夫	(第4部会員, 岡崎国立共同研究機構機構長)
	廣田榮治	(第4部会員, 総合研究大学院大学副学長)
	柴田碧	(第5部会員, 横浜国立大学工学部教授)
	臼田誠人	(第6部会員, 宇都宮大学教育学部教授)
	山下律也	(第6部会員, 近畿大学生物理工学部教授)
	島蘭安雄	(第7部会員, (財)神経研究所理事長, 所長)

「巨大技術システムと人間－安全性確保と人間性尊重の立場からの提言－」（報告）

日本学術会議は、第13期にマン・システム・インターフェース（人間と高度技術化社会）特別委員会を設置して、高度技術化社会の現状とそこでの人間の役割や人間性への対応の在り方に関する種々の問題点を審議し、メンタル・ヘルスの回復、維持及び増進の方策並びに「人間－システム共存系」の方向について検討、考察を加えた。

これを受けて、第14期の高度技術化社会特別委員会においては、高度技術化社会の歴史的、社会的な位置づけを試みるとともに、人間主導型高度技術化社会の基盤を構築するための総合的視点の確立並びに高度技術と人間生活及び社会生活との調和、人類の直面する課題への挑戦、高度情報化に伴う基盤整備等、高度技術をめぐる学術研究の視点と具体的課題の提起について論議を深めた。また、総合的学術研究体制の確立を目途とした研究機関の設置の必要性について検討した。

そもそも、現代の巨大システムが人間の福利増進や社会の繁栄、発展に果たしている重要な役割とその影響については多言を要しないが、巨大システムと人間との関係は、本来、適正かつ共存的なものであるべきであろう。その意味で、今日、特に人間－システム共存系の確立と展開が求められているが、その際着目すべき諸点として、巨大システムのもつ利便性・効率性と人間の主体性との調和や整合性への配慮、人間の福利優先を標榜する巨大システムの開発、リスク管理への適切なヒューマン・ファクターの導入、心理学、脳科学、システム工学など多領域にわたる新しい学際領域（例えば、人間システム科学など）の創出などが挙げられる。

また、巨大システムには常に安全性が要求される。そのために、安全性確保のための対策の確立及びこれに関連する総合的研究体制の構築が不可欠であろう。一方、近時、情報システムの巨大化・複雑化・ネットワーク化が急速に進み、巨大情報システムが形成されるに至ったが、情報システム関連事故は、時に社会不安を引き起こし、社会的危機の発生につながりかねないという重大な問題を内蔵している。したがって、巨大システムと人間という視点から安全性に関する総合的研究が必要となる。

今期設置された本特別委員会の「技術革新・システムの巨大化が人間に及ぼす影響について、安全性確保と人間性尊重の立場から検討する」という任務に鑑み、本委員会は、第13、第14両期に提出された前記諸見解を踏まえながら、巨大システムないし巨大技術システムについて、その意義、特性、成立の条件、巨大化の過程等を検討するとともに、巨大システムへの人間の対応ないし巨大システムが人間にもたらす利点及び問題点とその対応策を考察、検討して、技術革新によるシステムの巨大化が人間に及ぼす影響について、研究開発の促進、法体制の整備、事故情報の公開、適正な経済的

対応、研究機関の設立等の諸方策を提言するものである。

I 巨大システム

1 巨大システムの意義と特性

本報告におけるシステムとは、①一定の使命・任務をもったものであること、②自然発生的に出現したものではなく、人為的、意図的に構成されたものであること、③個々の構成要素が、相互に無関係に存在するのではなく、統合性、関連性をもっていること、の3要件を満たした組織、体制ないし制度を言う。そのうち、形式、内容、規模ないし構成要素等が極めて巨大、高度かつ複雑なものを巨大システムとした。本委員会においては、巨大システムのうち、特に巨大技術システム、例えば、宇宙開発システム、原子力開発システム、巨大情報通信システム、大規模交通システム等に限って検討することとした。

2 巨大システム成立の条件と過程

産業革命を一つの発端とする近代工業技術は、近時、コンピューターをはじめとする多種多様な高度技術の進展と相まって飛躍的な発展を遂げており、巨大技術システムももとよりその例外ではない。

巨大システム成立の条件は複雑で、しかも多岐にわたっており、これを総合的に述べることは容易ではないが、一応明確なものとして、科学技術の進歩、社会的要請の増大、経済的基盤の充実、利用者人口の増大、エレクトロニクスの進歩、搬送手段（物流、通信とも）の飛躍的高速化などを挙げることができる。これらはいずれも巨大システムにその成立の条件として深くかかわっていると同時に、逆に巨大システムによって加速され、展開が促進されているところである。

巨大システム成立の歴史は、産業技術の発展とほぼ並行しており、まず鉄鋼産業、化学工業等の巨大素材産業システム、次いで電力、原子力等の巨大エネルギーシステム、オンラインコンピューターを用いた巨大情報システムが実現した。将来は、さらに例えば宇宙ステーション等の巨大人工環境システムの出現すらも予想される。

なお、巨大システムには、当初から巨大規模を想定して設計されたシステムと当初は通常のシステムとして建設され、その後巨大規模に成長したシステムの2種類がある。前者の例としては宇宙航空技術システムがあり、後者の例としては初期の電話網のようなネットワークシステムが挙げられる。

II 巨大システムへの人間の対応

1 巨大システムが人間にもたらす利点

巨大技術システムは、例えば原子力発電システムによる電力エネルギー供給、電話ネットワークによるコミュニケーション能力の提供に見られるように、何らかの利便を人間や社会に供与することを直接の目的として設計、建設、運用される人工構築物ないし組織である。この点は必ずしも明確な任務を持たない自然システム、社会システムと対照的である。

巨大システムは、多くの場合、その利用によって時間的、空間的な制約を越え、活動コストを軽減し、従来不可能と思われた事柄さえも達成を可能にするという点で人間に多大の利点を提供している。

まず、積極面で巨大システムの人間への貢献が期待されるものとしては、物心両面にわたる生活面全般の向上への寄与を始めとして、産業・科学技術の発展の促進、未踏・未知の領域の解明などが挙げられる。次に、災害その他、人間に不幸をもたらす諸事件、諸事象に対する予知、予防、対応、治療等のいわゆる消極面に対する技法、アプローチ、システム、その他の開発に当たっても、巨大技術システムの力に負うところが大きい。災害や社会的混乱の予知・防止ないし復旧、社会を単位とする総合的健康管理、その他の諸問題や今後、人間の直面する多くの難問題の解決に向けて、巨大システムに寄せられる期待には誠に大なるものがある。

システムの巨大化が人間にもたらす利点を要約すれば、以下の2点となろう。

(1) 経済性・効率性

巨大システムはその経済性・効率性という側面で人間に大きな利点をもたらす。例えば、大型輸送機、原子力発電等では設備規模の増大により単位生産量当たりのコストの逓減が図られている。巨大システムの中にはこのスケールメリットによって大きなコスト削減を達成しているものが多い。

この種のスケールメリットが必ずしも期待できない場合にも、経営単位を巨大化させることにより経費節減（例えば、材料購入費、事務費等）を図りうる場合がある。電力事業、鉄道事業等の巨大システムは、この経営上の効率性も狙ってシステムが巨大化している事例である。ただし、経営の巨大化は、上述の効率性と同時に肥大化による非効率性も生じ易いので、経営規模の適正化が必要であろう。なおこの場合には、付随する経営情報システムも巨大化する傾向が大きい。いずれにせよ、巨大システムは投資規模自体巨額であるが、単位当たりコストを引き下げて利用者の経済効果を増すことに寄与する。

(2) 汎用性

いわゆるネットワーク事業の場合は、規模の拡大がそのまま効用の増大につながり巨大化する。鉄道、電話等のネットワークシステムがその好適例である。また、効率性を追求した電力、ガス、水道等の事業も巨大ネットワークを形成している。

当初より巨大システムとして形成される場合に加えて、当初は通常のシステムとして実現され、その後合併により巨大化する事例も多い。

これら巨大システムでは、特定の個人・団体、特定の地域に限定されず、誰でも、いつでも、どこでも利用できるという汎用性が大きな利点となっている。

2 巨大システムの問題点と対応策

巨大システムは、前述のような利点・長所を有するが、反面、問題点もまた指摘されている。

電力システム、輸送システム、電話システム、銀行業務システム等の巨大システムの主たる問題は、これらのシステムが機能喪失した場合の大きな社会的混乱であろう。また副次的影響として、巨大エネルギーシステム等の事故では人身損傷、物的損害の可能性、巨大情報システムではプライバシー侵害の可能性、経済的損失等個人の人権侵害の脅威、社会的不安の発生等の諸問題がある。

さらに、巨大システムの導入自体が自然環境破壊、利用者、オペレーターのテクノストレス、高齢者、幼児、身体障害者等の利用の阻害を引き起こす可能性を否定できないし、情報システムの場合はさらにコンピューター犯罪を誘発する可能性をはらんでいる。

したがって、これら諸問題に対しては事故発生を防止する信頼性対策、人身損傷を防止する安全対策、プライバシー侵害、コンピューター犯罪を防ぐセキュリティ対策、環境保全対策、テクノストレスをはじめとする各種ストレス対策、社会的弱者対策等の各対策を講ずる必要がある。

以下、巨大システムにみられる主要な問題点とその対応策について検討を加える。なお、環境問題については本報告では立ち入らないことにする。

(1) 影響の重大性と対応策

上記の問題点は、すべて一般の技術システム導入や事故発生に伴うものと共通であるが、巨大システムでは被害を受ける個人の数が極めて多く、社会的影響が格段に大きい。したがって、これらは自然科学的、技術的な観点だけでなく、社会、人文科学的観点からも検討を加える必要があるとともに、さらに一歩進めて、これら問題点の解決を最優先事項として尊重する考え方を社会に定着させること、すなわちセイフティ・カルチャーの醸成が重要となる。

(2) コスト負担と対応策

巨大システムの場合、利用者、近隣住民を含め関係者が極めて多数であり、事故発生の影響が関係者によって異なる。したがって、巨大システムの信頼性、安全性、セキュリティについての要求または期待がそれぞれの関係者の立場により異なる。一方、それを実現するコストも求められる信頼性、安全性、セキュリティのレベルに応じて異なる。したがって、社会としてその巨大システムに要求する信頼性、安全性、セキュリティについてコンセンサスを形成し、それに見合ったシステムを設計、建設、運用しなければならない。

さらに必要なコストの負担方法、すなわちサービス料金として利用者負担とするか、またはいわば社会的コストとして社会全体で負担するか等を選択する必要がある。

なお、当然のことながら、上記コンセンサス形成に当たって、要求レベルと所要コストの関係を明示することも重要である。

また、万一事故が発生した場合、復旧や被害救済のための費用等は莫大で、これらをすべて事業者の負担とする場合はその経済能力を越える恐れがあるため、保険制度等の整備を検討する必要も生ずる。

(3) 巨大情報システムの問題点と対応策

巨大情報システムの問題点は事故による社会生活の混乱、プライバシーの侵害、コンピューター犯罪等であり、安全確保が最重点課題である従来の巨大エネルギーシステム等とは著しく異なる性格を有する。これは情報財が、例えば盗まれても証拠が残らない等、財物とはまったく異なる経済的社会的特徴を有することに起因する。

今後巨大情報システムの増加が予想され、それによる社会的問題も急速に顕在化するものと想定されるので、情報の社会的、経済的、法律的研究、巨大情報システムの問題点の明確化及びその対策の研究等を強化する施策を早期に策定する必要がある。

III 提言

本特別委員会は技術革新によるシステムの巨大化が人間に及ぼす影響について、安全性確保と人間性尊重の立場から、以下の諸点を提言する。

1 研究開発の促進

有限な地球環境、資源の中で、人間が将来長期にわたって快適に生活していくためには、人間性を尊重した、安全かつ効率の高い巨大システムの構築とその持続的維持が必要である。そのために、まず以下の研究開発を国際的協力の下に進めることが要請される。

(1) 人間システム科学の構築

伸びやかな人間性の発露が可能な人間尊重の巨大システム、すなわち、マン・システムが相互に円滑に機能している統合的システムの構築が必要である。このようなシステムを創るためには、人間と技術の調和が必要である。心理学、脳科学、システム工学など多領域にまたがる「人間システム科学」といった新しい学問を創ることが重要である。

(2) 安全科学・工学研究の開発と総合化

巨大システム事故における安全確保の重要性は言うまでもない。事故を起こさないための信頼性対策とリスク評価並びに事故に際しての対策と人間、施設、環境に与える影響と損害の責任と保証など、安全、セキュリティに関して、学問各分野からの総合的研究が必要である。ことに情報システムの事故は新しい問題であり、そのセキュリティ対策と研究は緊急である。すなわち、「総合的な安全科学・工学」を創り出す必要がある。特にシステムの適正規模決定、影響波及緩和、診断・監査及びシステム更改等に関する諸技術についての研究開発は緊急かつ重要な課題である。

(3) 標準化の推進

巨大システムの設計及びその事前評価を容易にするため、標準化団体が巨大システムの安全規格、セキュリティ及び情報取扱基準等の整備を、継続的に進めなければならない。また、巨大ネットワークシステムの相互接続を容易にするため、その相互運用規格についての標準化も重要である。

(4) 基盤的科学技術の研究推進

限りある資源、エネルギー、人力を考慮すると、今後は、人間、場所・空間、エネルギーが少なく、より効率的で、耐久性に富む巨大システムの構築とその持続的維持が求められる。そのためには、より高度の科学技術、新しい材料、自動化やロボット、より効果的な情報システム等が必要であり、これらに関連する基盤的科学技術の研究を強く推進することが望まれる。

2 法体制の整備

巨大システムの安全性と信頼性に関する現行の法体制は不十分であるから、次のような視点から、法体制の整備を図る必要がある。

巨大システムの多くは、国の政策やプロジェクトとして決定し、行政が許認可という形でかかわっているものであるから、事業者や従事者だけではなく、国や地方公共団体もまた安全を守る責務をもっている。国などの巨大システムに対する安全審査・監視は、公正・中立の立場で実施

されなくてはならず、このため、国などの安全審査・監視部門は、政策推進部門から、また、事故原因究明のための行政調査は、刑事責任追求のための犯罪捜査から、それぞれ、完全に分離、独立して行わなければならない。

巨大システムは、一旦事故が発生すると、事故自体及び周辺に及ぼす影響が甚大かつ深刻であるから、国民・住民の協力と理解なくしては存在することができない。したがって、事業者だけでなく、行政もまたパブリック・アクセプタンスを得るため、最大限の努力をすべきであり、このための行政的手法、例えば、計画策定手続の整備、公衆の参加制度の導入、情報の公開等が真剣に考慮されるべきである。

また、巨大情報システムの進展に伴う社会的問題については、総合的な法制度の整備を検討する必要がある。

3 事故情報の公開

巨大システムの特徴は、構造の複雑性に伴う挙動の未知性、予測の困難性にある。また、巨大システムは、時間とともに、規模的、質的に成長し、当初の設計と異なった形態に到達する事例が少ない。ネットワーク・システムにおいては、影響が一見無関係とみられる場所に波及する場合も多い。最善の注意をもって、巨大システムを設計、運用したとしても、予測し得ない事象が発生する可能性があり、これを皆無にすることは不可能に近い。

したがって、事故原因の究明、事故防止の技術の改良に絶え間ない努力を注ぐことが肝要であるとともに、事故情報をできる限り第三者にも公開することは、原因究明並びに今後の事故防止に極めて有用である。関係者は、法的責任を追及されることを恐れて、事故の存在及びその内容の公開をためらうことが多い。事故情報の公開を促進するため、報告義務の強化、事故責任範囲の明確化、法的免責等の措置について検討すべきであろう。

なお、万一の災害発生に備えて、ユーザーや近隣住民への事故連絡方法、場合によっては避難方法等も事前に整備し、周知徹底しておく必要がある。

4 適正な経済的対応

巨大システムの建設に当たって、安全性を追求すればするほど経済的負担は増加するが、事業者、受益者の負担能力にも限界があることも現実であるから、安全性確保に要する費用の公平な社会的分散及び社会的負担力の拡大を考慮すべきであろう。また、万一、巨大システムによる事故が発生した場合には、被害の救済、システムの復旧・再建、さらにはある地域での経済的、社会的活動の

停止、環境破壊のごとき間接的被害の処理も必要となるが、そのためには巨額の費用を要し、多くの場合、その負担は当該事業者の能力を超えることが予想される。したがって、公的援助を含む保険制度の活用、特別基金の設置等、巨大システム特有の新たな理念に基づき、あらかじめ事故に対する準備をしておく必要がある。

5 研究機関の設立

前記諸項目についてこれを効果的、実質的に推進するため、以下の各研究機関の設立を強く要請する。

今後の巨大システムの構築には、以上のごとく、人間システム科学、総合的な安全科学、情報セキュリティ研究等の新しい学際研究が必要であり、また、基礎的科学技術研究の強力な推進が期待される。

これらの活動を国内的、国際的に総合化し、連絡、提携する機関として「巨大システム総合研究機構」の設立が望まれる。特に我が国では情報システムについての研究は緒に着いたばかりであり、国として早急に強化する必要がある。このため、情報セキュリティ等について「社会情報システム研究所」を設置することが望ましい。

また、併せて、このための基盤として大学や研究所に多方面にわたる学際領域としての特徴をもった関連講座、学科ないし部門の新設が望まれる。