



研究ノート

# 安心・安全社会構築のためのシステム人間科学の創成

新井 健生\*

Initiative of Systems and Human Science for Safe, Secure, and Reliable Society

**Key Words** : 安心安全, システム科学, 人間科学, モニタリング, ロボット  
 safety, security, reliability, systems science, human science, monitoring, robotics

## 1. ま え が き

社会がますます複雑化すると共に個人生活は多様化し、さまざまな機器やシステムの数と規模は増大し続けている。機器やシステムの安全を達成すると共に、人々の生活に関わるさまざまな空間の安心と安全を確保することが求められている。

一方、少子高齢化で予想される労働人口の減少は、社会、公共の場、大規模施設等の安全を確保するために必要とされる要員の確保を極めて困難とし、安心・安全社会を実現するためにはその作業の多くを機械に任せざるを得ない。機器やシステムは確実に、しかしさりげなく我々の社会活動や個人生活を守り支援して安心感を与えてくれることが要求されている<sup>[1]</sup>。

科学技術政策の基本的な方向として目指すべき我が国の姿の一つに「安心・安全で快適な生活のできる国」が挙げられている<sup>[2]</sup>。個人の安心と空間の安全が確保された安心・安全社会を構築するための新たな学術研究を行うことは、今後の新たな日本を築いていくと共に、世界に貢献する上で極めて重要なことと認識される。

ところで、「安心・安全」の課題への取組みには、システム論的なアプローチと共に、人間の行動や特性などのヒューマンファクタの理解が不可欠である<sup>[3]</sup>。このような視点から、大阪大学大学院基礎工学研究

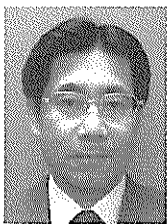
科システム科学グループが中心となり、大規模で複雑な対象の解析と総合化を行うシステム科学と、適応認知行動、社会心理、ヒューマンコミュニケーションなどの人間科学を融合したシステム人間科学の創成を目指す研究プロジェクト「安心・安全社会構築のためのシステム人間科学の創成」(研究代表：新井健生)を、平成13年度より科学技術研究費補助金学術創成制度のもとに5年計画で推進している。プロジェクトは、個人の日常生活の安全と安心を守り、適切な支援を行うと共に、大規模災害への対応を図るための新たな学際領域の創成を目指している。本ノートではプロジェクトの概要と現状を報告する。

## 2. プロジェクト概要

本プロジェクトでは、システム科学の手法を適用して人間の心理や行動様式の解析を行い科学的な知見を明らかにすると共に、この知見に基づき安全社会を構成するための環境やシステムの最適な設計と運用、さらに大規模災害時の最適な対応活動に活かす手法を明らかにし、安心・安全社会を構築するためのシステム人間科学の提案と体系化を目指している。以下に示すように3つの大きな枠組みの中で、関連する研究テーマを重点的に進めている。

### 2.1 安心・安全を測るシステム人間科学の創成

これまでに十分に取扱われなかった「安心」あるいは「安心感」を科学的に解析するため、安心に関する知見を安全性、リスク、不確実性、不完全情報、安全のコスト、個人の選好、社会の選好、心理評価の視点で分析し、安心度に関する個人あるいは社会の効用関数等の数理モデルを構築する手法を研究している(Fig.1)。さらに、モデルに基づき、安心・安全社会を構築する際に多くの選択枝から適切な案を選択するための意思決定を支援するツールを提供し、ヒューマンエラー検出器の設計と併せ、大



\* Tatsu ARAI  
 1952年1月生  
 1977年東京大学大学院工学系研究科・情報工学専攻・修士課程修了  
 現在、大阪大学・大学院基礎工学研究科・システム創成専攻、教授、工学博士、ロボット工学  
 TEL 06-6850-6365  
 FAX 同上  
 E-Mail arai@sys.es.osaka-u.ac.jp

規模・複雑化したシステムや機器の信頼性向上を図る研究も行っている。

【研究テーマと研究分担者】

- (1) 安心・安全社会構築のための効用理論：田村坦之(関西大学教授)
- (2) ヒューマンエラー検出：山本 茂(大阪大学助教授)
- (3) システムの信頼性評価に基づく故障診断と耐故障設計：藤井隆雄(大阪大学教授)
- (4) 同一安全度・同一危険度のもとでの安心感の評価：井口征士(広島国際大学教授)

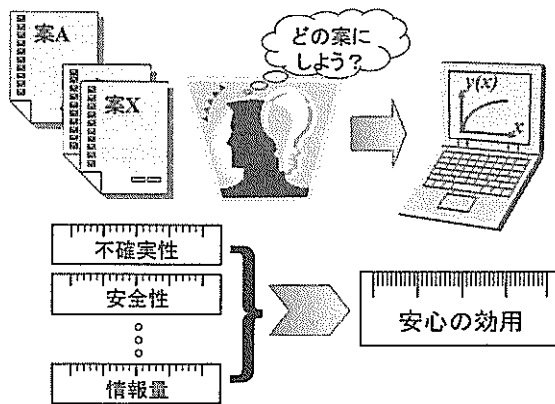


Fig. 1 効用理論による安心感評価モデル

2.2 安心・安全空間創出のための  
モニタリング・サポートシステムの構築

犯罪・災害・事故に対する大局的な監視では、対象物の移動や環境の状態変化を検出すると共に、人間の表情や行動を詳細に観察することが重要である。相互にネットワーク接続された多数の高機能固定カメラと作業ロボットを用いて、環境の詳細観測と、人間の検出・追跡・認識・照合・表情検出・行動観察を行う知能システムを研究している。不審者の識別、通行人の道路への飛び出しや被介護者の様態異変の検知等は、人間の表情や行動の詳細な観察と、人間行動学に基づく行動理解・予測に基づき行う必要がある。危険予測後の安全確保の処理や、人間を危険から守る対応にロボットを適用する研究も支援ロボットの開発には重要である (Fig.2)。ロボットの適用にあたっては、その行動が人間の行動を阻害する、人間に恐怖感を与える、目障りになることなどを回避し、人間に安心感を与えることが可能な動作・行動計画の研究に重点を置かなければならない。

【研究テーマと研究分担者】

- (1) 画像処理による安心・安全空間の構築：岩井儀雄(大阪大学助教授)
- (2) 環境に埋め込まれたカメラ群による見守りの自動化：日浦慎作(大阪大学助教授)
- (3) 安心・安全空間創出のためのモニタリング・サポートロボット：新井健生(大阪大学教授), 井上健司(大阪大学助教授)

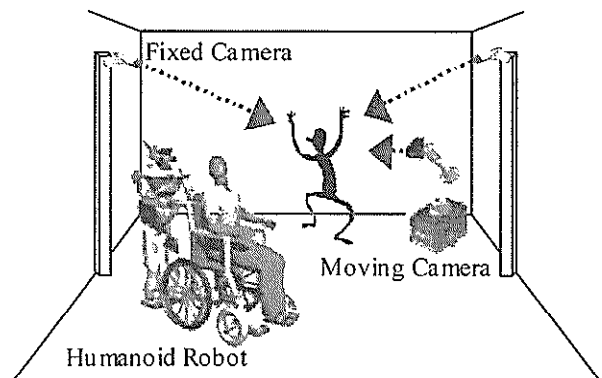


Fig. 2 ロボットによるモニタリングと支援

2.3 大規模災害時の危機管理と安心・安全確保

大規模災害時において、コミュニケーションや避難誘導の確立は極めて重要である。通信・交通などネットワーク上の一部のリンク・道路が災害や事故により遮断された場合においても、通信・交通が可能で一定の信頼性と要求を満たすネットワークの設計を行う。また、状況が時間ともに変化し、かつ、

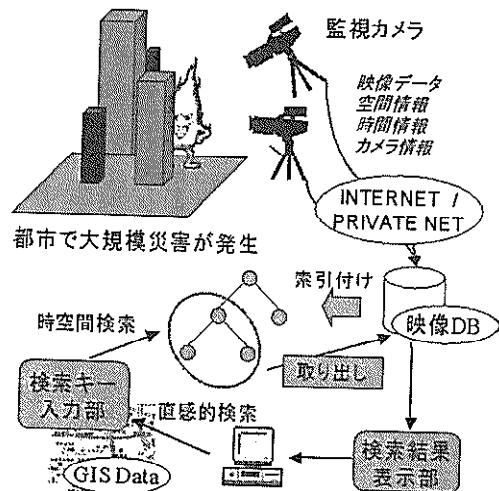


Fig.3 大規模災害時のモニタリング支援

利用できる通信回線や情報が非常に制約される状況下において、情報フィルタリング機能とアドバイス機能を有するコミュニケーション支援システムを構築する(Fig.3)。さらに、利用可能な災害情報に基づき、多くの被災者が最短時間で安全を確保できる避難誘導システムを設計する。

#### 【研究テーマと分担研究者】

- (1) 避難誘導と避難施設配置問題：牧野和久(大阪大学助教授)
- (2) 災害時の危機管理のための協調支援インタフェース：西田正吾(大阪大学教授)

### 3. 研究経過と現状

平成13年度は8月のプロジェクト立上げに伴い、各テーマの方向性を定めるとともに、基礎理論の構築などを先行的にスタートした。また、システムの概念設計などを行い、一部シミュレーションなどにより基本動作の確認を行った。

平成14年度はプロジェクトを軌道に乗せるため、理論面の整備、実システムの基本設計と試作などを行い、本格的な研究が実施された。

平成15年度はプロジェクトを一気に加速すべく、理論の拡張や評価を行うとともに、評価手法に基づき実システムを構築するための本格実験と評価などを行いつつある。また、研究成果もかなり出ており、国際シンポジウムの開催や計測自動制御学会を中心にオーガナイズドセッションを企画して成果の普及に努めている<sup>[4]</sup>。また、本年は3年目にあたり中間評価も行われ、その結果さらに研究を継続して初期の目標を達成するべきとの評価を受けた<sup>[5]</sup>。各テーマの進捗状況は次の通りである。

#### [1] 安心・安全を測るシステム人間科学の創出

- ・効用理論の一環として、累積的プロスペクト理論による安心の定量的評価の方法論を検討すると共に、実データに基づいて方法論の有効性の検証を試みている。
- ・危険に直面するとき、あらかじめ対応を知らされている被験者と対応が分からない被験者の生理指標を比較し、同一安全度、又は危険度の下で安心感の違いを評価する基礎実験を行っている。
- ・離散事象システムにおける故障診断器の設計法やハイブリッドダイナミカルシステムの同定法を提案し、ヒューマンエラー検出に適用して計算機実

装を行うとともに、スーパーバイザ制御やリファレンスガバナ設計手法の適用によるエラー回復問題の定式化を行っている。

- ・ロバスト性能の観点からシステムの信頼性を評価し、それに基づいて故障診断を行うと共に、サブシステムの複数の故障状態に対しても、全体として頑健なシステムを設計するための耐故障制御系設計を行っている。

#### [2] 安心・安全空間創出のためのモニタリング・サポートシステムの構築

- ・全方位画像を用いた人物追跡と不審行動の検出について、人物領域を取り出した後、画像中での空間分布を学習して未学習データかどうかで不審行動を検出する手法を開発すると共に、開発した顔認識エージェントと、新たに導入した赤外線カメラを利用して、顔認識セキュリティドアシステムの改良と他手法との性能比較、および評価を行っている。
- ・多視点カメラによるモニタリングシステムとして、新たに実時間で対象の形状をモデル化する手法を開発し、既に構築した未知侵入物体の検出法・モデルベース追跡法と組み合わせることにより未知物体の運動を自動的に把握するシステムを構築している。
- ・固定カメラと移動マニピュレータの協調による詳細な人間計測システムの設計と基礎動作実験を行うと共に、ヒューマノイドの安全確保動作の分析と、ハードウェアを用いた動作生成の基礎実験を行っている。さらに、バーチャルリアリティと生理計測を組み合わせたシステムにより、ロボットの動作が人間の心理に及ぼす影響の評価を行っている。

#### [3] 大規模災害時の危機管理と安全確保

- ・大規模災害時を想定した一定の信頼性と要求をみたすネットワーク設計、避難施設配置問題の研究を行うと共に、災害時の避難誘導システムの基礎となる避難誘導の高速アルゴリズム開発を行っている。特に、対象となるネットワークが動的に変化する場合、あるいは、完全に把握できていない場合なども対象としている。
- ・既に提案している意図と状況の乖離の提示方式の実装、監視映像管理システムの開発と映像データベースの構築、安心感を考慮した情報提示手法の

検討を行うと共に、そのような手法を複合現実感技術による実世界三次元情報提示サブシステムの上に実装し、次世代型災害時意志決定支援システムのプロトタイプを構築している。

#### 4. 期待される成果

本プロジェクト推進の結果、期待される成果は次の通りである。主に学術面において、システム科学と人間科学を融合した新たな学問分野の形成に資する。すなわち、システム科学論に基づいて人間の心理や行動を分析、解析する手法が提案され、これまで定量的な取り扱いがなされなかった「安心感」の具体的評価基準が定められる。

一方、このような評価基準に基づき、安心や安全を実現する具体的なシステムの構築や運用に関わる具体的な技術論が確立される。詳細には次のような項目が成果として期待される。

- ① 意思決定に適用できる安心理論の構築。
- ② ヒューマンエラーと機械誤動作に強い大規模システムの設計・運用法の提案。
- ③ 人間の5W1Hを理解するモニタリングシステムの構築手法の確立。
- ④ 安心感を与えるロボットの人間支援行動の生成手法の確立。
- ⑤ 大規模災害時の安心・安全な避難誘導と頑健な通信網の設計法の確立。
- ⑥ 大規模災害時の情報伝達支援システムの構築手法の確立。

なお、社会への波及効果として、提案された基盤技術に基づき、安心・安全に関わるシステムの実用化が図られることにより、平和な社会の実現に資する。

#### 5. ま と め

昨今の不安定な世情の中、安心・安全は極めて重

要な課題と認識されつつあり、文部科学省もこの分野の研究を重点化しつつある<sup>[6]</sup>。このような情勢において、本プロジェクトの取組みは先駆的かつ独創的であると自負している。本研究は基礎工学研究科システム創成専攻のシステム科学関連分野が中心となって実施しているが、今後は人間科学研究科の行動認知グループとの研究協力も積極的に行う予定であり、真の融合を目指していく。さらに、基礎工学研究科が目指す学際複合領域の文理融合も視野に入れ、その基盤となるべく研究活動を精力的に行っていく予定である<sup>[7]</sup>。

最後に、本ノートをまとめるにあたり、日頃ご協力を頂いている研究分担者の先生方にお礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- [1] 次世代マイクロマシン技術応用システムの創出に関する調査研究報告書(第7章 安心・安全社会分野), 機械システム振興協会, 2001
- [2] 科学技術基本計画, 総合科学技術会議, 2001
- [3] 社会安全への安全工学の役割, 日本学術会議人間と工学研究連絡委員会安全工学前門委員会報告, 2000
- [4] Proceedings of the First International Symposium on Systems and Human Science -For Safety, Security, and Dependability-, November, 2003
- [5] 中間報告書「安心・安全社会構築のためのシステム人間科学の創成」, 大阪大学大学院基礎工学研究科, 2003
- [6] 安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会中間報告, 文部科学省, 2003
- [7] URL: <http://www-arailab.sys.es.osaka-u.ac.jp/SSRsociety/index-j.html>

この記事をお読みになり、著者の研究室の訪問見学をご希望の方は、当協会事務局へご連絡ください。

事務局で著者と日程を調整して、おしらせいたします。

申し込み期限: 本誌発行から2か月後の月末日

申し込み先: 生産技術振興協会 tel 06-6395-4895 E-mail [seisan@maple.ocn.ne.jp](mailto:seisan@maple.ocn.ne.jp)

必要事項: お名前, ご所属, 希望日時(選択の幅をもたせてください), 複数人の場合はそれぞれのお名前, ご所属, 代表者の連絡先著者の都合でご希望に沿えない場合もありますので, 予めご了承ください。