

人間工学技術戦略ロードマップ(改定1)

2008年6月

日本人間工学会
人間工学技術戦略委員会

まえがき

日本人間工学会は、新しい世紀に向けた人間工学の戦略課題を取りまとめ、2000年初頭に公開した。^{脚注 1) 2) 3)} 2006年、これを展開して人間工学技術戦略ロードマップを策定、専門化する技術、多様化する市場ニーズ、社会ニーズに対応する関連施策や企業活動に寄与することを意図して、国内外で公開した。^{脚注 4)} 今般、その後の検討にもとづいて、同ロードマップを更新したので、ここに改めて公開する。主な更新箇所は、第4章であり、重要な課題について、課題解決の道程（技術ロードマップ）を具体的に示した。

脚注1) 理事会提言 21世紀の人間工学戦略課題；人間工学，37(1)，2001

脚注2) <http://www.ergonomics.jp/info/senryaku.htm>

脚注3) 21世紀の人間工学，人間工学の百科事典，44-46，丸善，2005

脚注4) IEA2006

技術ロードマップ起草者一覧

人にやさしい生産とシステム

- 在宅勤務支援技術の基盤整備（4.1 節）（郷 健太郎）
- 高度インタフェース技術の基盤整備（4.2 節）（郷 健太郎）
- 人間の行動特性を考慮したリスク評価技術の基盤整備（4.3 節）（藤田 祐志）
- 技術伝承に関する技術の基盤整備（4.4 節）（辛島 光彦）
- 高齢者の経験知識活用技術および若年者／高齢者協業支援技術の基盤整備（4.5 節）（辛島 光彦）

多様なニーズを支える暮らし

- ユニバーサルデザイン技術の基盤整備（4.6 節）（鱗原 晴彦）
- 家事育児支援器具技術の基盤整備（4.7 節）（鱗原 晴彦）
- 不定期勤労支援技術の基盤整備（4.8 節）（辛島 光彦）
- エンターテインメント性創造技術の基盤整備（4.9 節）（郷 健太郎）
- 運動能力等支援技術の基盤整備（4.10 節）（富田 豊）
- ロボットと人間のインタフェース技術の基盤整備
およびサイボーグ技術の基盤整備（4.11 節）（富田 豊）

安心して行き来できる街

- 人間と車用安全装置のインタラクションの最適化技術
の基盤整備（4.12 節）（大門 樹）
- 新たなモビリティ技術の基盤整備（4.13 節）（大門 樹）

社会を明るくするコミュニケーション

- 異文化理解支援技術の基盤整備（4.14 節）（平沢 尚毅）
- 自在なコミュニケーション、人の尊厳を支える交流、
着実なセキュリティ（4.15 節）（平沢 尚毅）

目 次

第1章 基本的な考え	1
今日の人間工学に求められること	1
本人間工学技術戦略マップの位置づけと特徴	1
第2章 人間工学に期待される将来像	1
第3章 技術戦略展開に当たって重要な技術課題	2
第4章 人間工学技術戦略ロードマップ	5
4.1 在宅勤務支援技術の基盤整備	5
4.2 高度インタフェース技術の基盤整備	6
4.3 人間の行動特性を考慮したリスク評価技術の基盤整備	6
4.4 技術伝承に関する技術の基盤整備	7
4.5 高齢者の経験知識活用技術および若年者／高齢者協業 支援技術の基盤整備	8
4.6 ユニバーサルデザイン技術の基盤整備	8
4.7 家事育児支援器具技術の基盤整備	9
4.8 不定期勤労支援技術の基盤整備	10
4.9 エンターテインメント性創造技術の基盤整備	11
4.10 運動能力支援技術の基盤整備	12
4.11 ロボットと人間のインタフェース技術の基盤整備 およびサイボーグ技術の基盤整備	13
4.12 人間と車用安全装置のインタラクションの最適化技術 の基盤整備	13
4.13 新たなモビリティ技術の基盤整備	14
4.14 異文化理解支援技術の基盤整備	15
4.15 自在なコミュニケーション、人の尊厳を支える交流、 着実なセキュリティ	16
図 1～15 ロードマップ	18

第1章 基本的な考え

今日の人間工学に求められること

人間工学は、システムにおける人間とその他の要素の相互作用を科学的に理解すること、そして人間の福利と人間を含むシステム全体の遂行能力を最適化するために、その理論、原則、データ、および方法を設計に活かすことを目的とする実践科学である。

技術は高度に専門化し、市場ニーズや社会ニーズは大きく多様化している。このため、今日の人間工学には、人間の健康、安全、安心、快適、感激、楽しさ、価値観、倫理、道徳、自由、平等、価値の創造、使い勝手、システム全体の信頼性や安全性など、様々な観点から人間の福利と人間を含むシステム全体の遂行能力の最適化を図ることが求められている。また、人間工学自身が先見性をもって自らを改良し続けることと、ときとしてパラダイムを大きく変更することが必要である。

本人間工学技術戦略マップの位置づけと特徴

このような人間工学に対する要求を満足するためには、人間とシステムの相互作用の解明を促進するとともに、システムの設計、製造および運用管理技術と一体化して人間工学が有効に活用されることなどが望まれる。本人間工学技術戦略ロードマップは、2030年頃までの範囲で考えられる重要な人間工学の課題について、人間工学が有効に活用されるための基本的な道筋を示したものである。

第2章 人間工学に期待される将来像

従来の人間工学は、主に、製品が意図する機能を、利用者の観点からよりよい形で実現することや、生産現場で働く人々の健康や安全を支援する役割を担ってきた。今後も、先端技術の持つ予期せぬ負の影響を抑制する役割が重要であることに変わりはないが、加えて、先端技術との融合によって人間工学が新たな価値や機能を創出する役割を担う時代が訪れている。また、人間工学によって製品の設計製造の詳細を確かなものとするに加え、製品企画からユーザ評価まで、製品開発プロセス全体の品質を高めることへの関心が浸透しつつある。このような新しい時代、そして今後訪れるさらに新しい時代に即した人間工学には、概ね次のような将来像が期待される。

- リスク管理、ライフサイクルアセスメントを含め、ビジネスマネジメント全体に、人間を含むシステム運用と一体化して活用できる統合された人間工学

- 創造的で魅力的、かつコスト低減がなされる器具や作業環境ほかの実現へ寄与し、新たな製品／分野の開発に対するインセンティブを与えることのできる人間工学
- 人間を含むシステムに関する人間工学的要求事項を明示していく上で必要な知的基盤の整備
- 人間工学技術適用プロセスの標準化（創造的企画から評価まで）

第3章 技術戦略展開に当たって重要な技術課題

人間工学が対応すべきと判断された課題領域と、より具体的な課題群を以下に列挙する。

- 人にやさしい生産とシステム：人にやさしい生産とシステムを考えるときに重要な課題領域には、「生きがいのある働き方」、「柔軟なシステム運用」、「持続的なシステム改善」があげられる。以下、これらに関連して現時点で重要であることが明らかかな、より具体的な課題群を示す。ここで鍵となるのは、自律的な協働システム、多様で変貌するニーズへの即応、継続的な改善を支える自主参加であろう。
 - ① 在宅勤務支援技術の基盤整備：今後は、女性や高齢者を中心に在宅勤務が増える可能性があり、これを支援する設備等も有用と考えられる。
 - ② 高度インタフェース技術の基盤整備：IT技術は、現在にも増して人間生活のあらゆる場面に浸透することは間違いない。この際、誰にでも使い易く、安全で魅力的なインタフェースを実現するIT技術の実現は、人間工学にとって大きな課題である。
 - ③ 人間の行動特性を考慮したリスク評価技術の基盤整備：システムの大型化と自律的分散化は、システムのブラックボックス化を助長する。ユビキタス技術は、多大なる利便性と経済効果が期待される半面、人間生活に密着した場面で、同様のリスクを生む恐れがある。人間を含めた情報処理システム全体のリスク評価は人間工学の新たな課題である。
 - ④ 技術伝承に関する技術の基盤整備：技術の空洞化は、技術立国を旨とするわが国にとって大きな問題である。すでに様々な対策が検討・実施されているが、IT技術の活用、高齢者の活躍など、従来にないアプローチの模索は人間工学技術の寄与が期待できる分野である。
 - ⑤ 高齢者の経験知識活用技術および若年者／高齢者協業支援技術の基盤整備：経験豊富な高齢者の様々な特長（知識・技能ほか）を活かすことは、労働人口が減少する中で、社会にとっても有益であるのみならず本人にとって生きがいがある働き方を提供するであろう。高齢者と若年者の協調作業を支援する技術は、技術伝承の観点からも有益であり、重要な課題である。

- 多様なニーズを支える暮らし：多様なニーズを支える暮らしを考えると重要な課題領域には、「人に親和した生活空間」、「ユニバーサルデザインの活用」、「楽しく向上する生活」があげられる。以下、これらに関連して現時点で重要であることが明らかな、より具体的な課題群を示す。ここで鍵となるのは、快適にすごせる日常生活の支援、多様なニーズの包容、楽しみながら元気になる生活の推進であろう。

- ⑥ ユニバーサルデザイン技術の基盤整備：団魂の世代の高齢化が進む今日、今後 30 年程度は、物質的にも精神的にも負の影響が生じる恐れがある。すでに取り組みが進んでいる高齢社会に適したユニバーサルデザイン技術をさらに推進する必要がある。
- ⑦ 家事育児支援器具技術の基盤整備：広い年代層にわたって、労働に参加する女性が増加する傾向にある。段階的に進められている制度面からの支援に加え、日々の生活の場面で女性や男性の負担を軽減する器具等を提供することも有効と考えられる。
- ⑧ 不定期勤労支援技術の基盤整備：生活形態や価値観の多様化に伴い、ワークシェア、ホームオフィスに代表されるような、自分なりのライフスタイルを追求できる定期的な出社を求められない勤務形態を望む者は多い。企業の立場からは、多様化した勤労形態においても優秀な人材を安定して確保でき、勤労者の立場からは、自分のライフスタイルにあった勤労形態を選択した上で安心して働ける環境が提供される社会の実現が求められており、人間工学の活躍が考えられる分野である。
- ⑨ エンターテインメント性創造技術の基盤整備：生活や作業に必須な機能を実現しようとするアプローチに止まらず、エンターテインメントなど、個人の興味にもとづいて新たなアイデアを導き出すことができるような新しい人間工学技術の萌芽が予感される。
- ⑩ 子供を対象とした IT 応用技術の基盤整備：少子化に伴う興味深い現象のひとつは子供への関心の高まりである。子供への関心の高まりから、子供専用の道具を求める傾向は加速している。しかし、発展著しい IT 技術が広く社会に浸透する今日、ほとんどのインタフェースや関連機器は大人を対象に設計されている。IT 技術はますます人間生活に深く浸透し、子供が直接に触れる機会が増えるはずなので、子供を対象にした IT 技術の応用にかかわる新しい技術は、子供の健康を考える上からも重要な課題である。
- ⑪ 運動能力等支援技術の基盤整備：大型化、身体寸法のバランスの変化など、日本人の身体には大きな変化が生じている。とくに、筋力や一部の運動能力が低下しているのは由々しき事態である。日常生活習慣の範囲において能力の低下を阻止することは人間工学の課題である。
- ⑫ ロボットと人間のインタフェース技術の基盤整備およびサイボーグ技術の基盤整備：わが国は、国の施策として技術開発を戦略的に推進している。脚注）これらの中には、その一部として、あるいは並行して新たな人間工学技術を開発すべき技術開発項目が少なからず存在する。その中でとくに重要なのは、

ロボットと人間の関係である。また、将来はサイボーグ技術も重要なテーマに位置付けられると思われる。倫理面からの考察からデータベースの構築まで広範な検討を要する課題である。

- 安心して行き来できる街：安心して行き来できる街を考えると重要な課題領域には、「安全なモビリティ」、「バリアフリーでシームレスな支え」、「多彩でエコロジカル移動手段」があげられる。以下、これらに関連して現時点で重要であることが明らかな、より具体的な課題群を示す。ここで鍵となるのは、安全で自由な移動の実現、すべての人が自在に移動できる支援、多様で個別に移動できる技術であろう。

⑬ 人間と車用安全装置のインタラクションの最適化技術の基盤整備：様々な車用安全装置が開発されつつある。焦点は事故緩和策から事故防止策に移行していることもあり、人間と安全装置のインタラクションが増し、例えば安全装置から発信される情報が氾濫するなどの問題が懸念される。人間と車用安全装置のインタラクションの最適化は重要な課題である。

⑭ 新たなモビリティ技術の基盤整備：環境意識の高揚と省エネ推進の必要から、ガソリン／ディーゼル車からハイブリッド車、電気自動車、そして燃料電池車への展開が模索されている。これと併行して、新たなパーソナル移動手段の登場など、モビリティのモーダルシフトが起きる可能性がある。インフラの整備やモビリティに対する認識の変革を含め、新しいモビリティのあり方を考えることは時代の要求であり、そこには多くの人間工学の課題が存在する。

- 安全で健康な環境：安全で健康な環境を考えると重要な課題領域には、「共同して快適に過ごせる環境設計」、「安全でインタラクティブな時空」、「心身ストレスへの対応」があげられる。以下、これらに関連して現時点で重要であることが明らかな、より具体的な課題群を示す。ここで鍵となるのは、地球にやさしく快適な環境創出、安全安心で満足できる環境整備、心身ストレス軽減策の統合であろう。

⑮ 高齢者活性化技術の基盤整備：高齢者の肉体と精神を活性化する技術は高齢者の生活をより豊かにする観点から重要な課題である。

⑯ 居住空間および作業空間の環境最適化技術の基盤整備：地球温暖化のみならず、水質の低下、有害物質の漏洩・拡散から花粉症、ハウスダストに至るまで、地球環境は大きく変化し、直接、間接に人間生活に影響を与えている。例えば、省エネを達成しながら、居住空間、作業空間の環境条件を生理・心理面から最適化する技術は人間工学が大きな貢献を果たしえる重要課題である。

- 社会を明るくするコミュニケーション：社会を明るくするコミュニケーションを考えると重要な課題領域には、「自在なコミュニケーション」、「人の尊厳を支える

交流」、「着実なセキュリティ」があげられる。以下、これらに関連して現時点で重要であることが明らかな具体的な課題群を示す。ここで鍵となるのは、だれでも自在に使えるコミュニケーションツール、格差のない親切的な交流支援、誤りや支障のない情報ネットワークであろう。

- ⑰ 異文化理解支援技術の基盤整備：今後、外国人労働者の採用が進む可能性がある。日本社会がこのような国際化を円滑に受け入れるためには相当の努力と工夫が必要と思われる。作業効率の低下、人間関係の悪化、犯罪を抑えるために、外国人労働者のふるまいを理解することを支援し、コミュニケーションを円滑にする技術は重要な課題である。

■ より基本的な課題

- ⑱ 子供向人間工学教育の基盤整備：子供に人間工学の考え方と実際を自然な形で学習させることは最も重要な基本的な課題である。

第4章 人間工学技術戦略ロードマップ

第3章に示した18の重要課題群の中から、検討が進んだ14課題群と、また、新たな課題群(4.15節)をひとつ加え、これらについて具体的に技術ロードマップを策定した。

4.1 在宅勤務支援技術の基盤整備

職業性ストレスは外的要因である裁量度、仕事量、社会的支援により決定され、職業性ストレスが職務意識を介して、自覚的健康度、精神的健康度、パフォーマンス等に現れる勤労者の職場適応状態に影響を与える。これらのことから勤労者の就労を支援するためには、外的要因である裁量度、仕事量、社会的支援の状況を整えることが必要である。

そこで、社会的視点のひとつとして在宅支援技術を位置づけ、多様な就労形態を支援し、在宅での労働においても所属チームの一員として、活動できる仕組みを技術的に提供することを考え、技術ロードマップを策定した(図1)。

在宅勤務を支援する技術は、遠隔での同期型ビデオ会議を支援する技術と、Web、メール等の非同期通信を支援する技術に分類できる。前者では、場の「空気」を共有する技術が構築されると予想する。後者では、多様性を統一して扱う仕組みが構築されるはずである。また、非同期通信において他者のアウェアネスを確保する技術が発達し、最終的にはこれらをもとに非同期通信でも「仲間意識」を確保する技術が構築されるはずである。

策定した技術ロードマップにしたがうことにより、地理的、時間的に分散した勤労者がチームを構成して行う作業を支援する技術が蓄積され、多様な就労形態の実現、労働者のストレス軽減の一助となることが期待される。そこでは、職業性ストレスに関する調査分析、および理論的枠組みの構築において人間工学の成果が活用される。

4.2 高度インタフェース技術の基盤整備

ユーザビリティの高いインタフェースの実現にはデザインプロセスが重要である。その意味で、人間中心設計の中核をなす概念である「評価に基づく繰り返しのデザイン」の考え方は、引き続き重要である。

そこで、究極の繰り返しのデザインは、評価と変更がユーザによって柔軟に行えることだと考え、つまり、エンドユーザプログラミングが究極の姿であり、これをハードウェアとソフトウェアの両面でできるようになることだと考え、技術ロードマップを策定した（図2）。

技術的進歩に伴い、ハードウェア、ソフトウェアの観点から、機能のモジュール化が進み、ユーザによる取捨選択と構成が自由に行われるようになるはずである。また、この構成に関してパターンの流通が行われるようになり、構成情報の収集と生産者へのフィードバックが行われるようになるはずである。

策定した技術ロードマップにしたがうことにより、以上の技術進歩を実現するための基盤となる機能モジュールの標準化が、ハードウェアとソフトウェアの両面で整備され、ユーザ個人の「評価と設計」の繰り返しと、生産者による「設計と評価」の二重の繰り返しが実現され、新たな機能モジュールやパターンの生産に寄与することが期待される。そこでは、機能モジュールを組み合わせるとき、安全性が損なわれたり、作業効率が低下したりしないよう、個々のモジュールの設計と、組み合わせの設計において人間工学が活用される。

4.3 人間の行動特性を考慮したリスク評価技術の基盤整備

人間—機械系においては、技術システムと、その利用者（あるいは運用者）である人間が緊密で不可分な係わりを持っている。そのような状況におけるリスクの取り扱いでは、人間の行動特性を考慮したリスク評価技術が必要である。

そこで、人間の行動特性、人間の集合体としての組織の特性を考慮したリスク評価技術を提供することを考え、技術ロードマップを策定した（図3）。

多くの場合、人間－機械系の運用は、運用に必要な情報等が不完全な状況、あるいは当初想定したとは異なる状況でなされる。また、当初想定した方法とは異なる方法で運用されることも多い。そのような状況では、人間の行動特性、すなわち、プロアクティブ性、常識、経験などに左右される認知バイアス、組織の習慣等に左右される組織レベルのバイアスが意思決定を支配することが知られている。

策定した技術ロードマップにしたがうことにより、人間の行動特性を考慮したリスク評価技術の基盤が整備され、より現実的なリスク評価が可能となることが期待される。ここでは、認知工学、リーダーシップ論、組織論等に支えられた人間工学が活用される。

4.4 技術伝承に関する技術の基盤整備

団塊世代の大量停年退職時代を迎え、多くの産業界において、高い技術を保持した技術者がまとまって退職している。一方では、次世代への早期の技術伝承の取り組みがスタートしている。結果、技術伝承が大きな問題となっている。しかし、それぞれの産業において個別的な対策がなされているにとどまり、効率的な技術伝承のプロセスは確立されていない。

そこで、効率的な技術伝承のプロセスを確立することを考え、技術ロードマップを策定した（図4）。

技術伝承においては、表現、伝達が困難な技（技能）と、表現、伝達が可能な技（技術）を分離する必要とされている。そこで、まず、技能と技術の分離法を構築する。その後、技能については、技能の短期的伝承方法と、これを高技能高齢者が身につけるための学習方法を確立して技能を伝承するためのプロセスを確立する。技術については、技術をデータベース化する手法、技術を学習する方法、技術を学習する方法自体をデータベース化する手法を確立して技術を伝承するプロセスを確立する（下記）。これらにより、若年者への技能・技術伝承が円滑に行われ、日本企業が培ってきた固有の技術や技能の喪失を防ぎ、高技能高齢者の経験知識活用（4.5節）に貢献することが期待される。ここでは、様々なIE的手法や、人間の学習特性等の知見に支えられた人間工学が活用される。

- ・ 各技能の短期的伝承手法
- ・ 短期的伝承手法の学習方法
- ・ 技能伝承のプロセススタンダード
- ・ 技術のデータベースを構築するための手法
- ・ 技術の学習方法のデータベースを構築するための手法
- ・ 技術伝承のプロセススタンダード

4.5 高齢者の経験知識活用技術および若年者／高齢者協業支援技術の基盤整備

高齢化時代を迎え、改正高年齢者雇用安定法に代表されるように、高齢者の雇用延長および促進が社会的に求められている。高齢者は、若年者にはない、長年にわたる経験と知識を保持しており、この経験知識の有効活用が社会的に求められているのである。しかし一方で、高齢者の能力は加齢により低下するものが多く、全ての業務において高齢者が若年者と同様の能力を発揮できるわけではないことも事実である。このような状況の中、若年者が高齢者の能力低下を補いつつ、高齢者が若年者にはない経験知識を活用することができる協業的な就労体系が求められている。このような社会的要求を実現するためには、人間の加齢に伴う能力特性についての詳細な把握と、高齢者、若年者の能力の相補関係（高齢者に不足し若年者が補間することができる能力、および若年者に不足し高齢者が補間することができる能力の関係）を把握する必要がある。

そこで、人間の加齢に伴う能力特性の把握、および高齢者と若年者の能力相補関係にもとづいた協業を実現することを考え、技術ロードマップを策定した（図5）。

人間の能力は、流動性能力（身体的、認知的、生理的な加齢により劣化する能力）と結晶性能力（知識、経験、技能等の加齢により劣化しない蓄積的能力）に大別される。そこで、まずこれらの能力に影響を与える要因を明らかにする。その結果を踏まえ、各流動性、結晶性能力を評価する方法を構築する。さらに、業種別、作業別に、流動性能力、および結晶性能力に関する高齢者と若年者間の相補関係をデータベース化する手法を構築する。この手法により作成されるデータベースから、高齢者と若年者の能力相補のための業種別の協業プランを作成するための枠組みが構築される（下記）。これらにより、高齢社会にふさわしい高齢者と若年者の協業の実現と、高齢者の技能、経験の有効活用および若年者への円滑な伝承が期待される。そこでは、随所に様々な人間工学の手法と知見が活用される。

- ・ 流動性能力、結晶性能力の特性
- ・ 流動性・結晶性能力の評価法
- ・ 流動性、結晶性能力に関する、高齢者と若年者の相補関係のデータベース化手法
- ・ 高齢者と若年者の業種別の協業プラン作成の枠組み

4.6 ユニバーサルデザイン技術の基盤整備

ユニバーサルデザイン標榜される今日である。しかし、その思想 = **すべての人に・一人でも多くの人に** = が一人歩きし、設計手法や具現化に関する手段は未整備である。一方、将来の暮らしに役立つ技術としてユビキタスコンピューティング = **いつでも、どこでも、役に立つ技術** = が有望視されている。もしユニバーサルデザインの思想とユビキタスコンピューティングの技術を適切に融合することができれば、本来目指して

いる「すべての人にとって優しい社会」の実現が近づくと考えられる。^{脚注 5)} 今後、コンピューティング&ネットワーク技術が進化すればするほど、ユビキタスな時代になる。そのような時代に、先進技術を安全に安心して導入するためには、その技術を、人間が自在に操れることが必要である。

そこで、来るべき本格的なユビキタスコンピューティングの時代に、人間がコンピューティング&ネットワーク技術を自在に操ることを支える、ユーザインタフェースデザインの設計手法を確立することを考え、技術ロードマップを策定した（図6）。

ユニバーサルユーザの属性に、身体的な要素だけではなく、心理的要素、認知的要素や利用状況要素を加味する必要がある。人間がサービスやモノとどう関わるかという、「サービスとモノの関わり方の度合に関するデータ」をもとに、ユーザが感じる負担感、および受容度を軸とした新たなユニバーサルユーザ属性分類、ユニバーサルペルソナを構築する。この新しい属性については、想定するサービスシナリオや対応するインフラを規定する。ユビキタス時代に想定されるサービスシナリオは現在より多様となるが、設計に活用可能となるようなシナリオの集約化、パターン分類を構築する（下記）。これらの成果にもとづいて、コンピューティング&ネットワーク技術を自在に操ることを支えるユーザインタフェースが設計されることが期待される。

- ・ 新ユニバーサルユーザ属性
- ・ ユビキタス時代のサービスシナリオ分類
- ・ ユビキタス時代のユーザインタフェース設計手法と設計事例
- ・ ISOなどの規格化

また、本技術を活かす上で必要となる行政サービスとの連動を進める過程で、真に民（みん）に役立つ、産官学の連携のあり方など、本来あるべき技術開発体制にかかわる指針を明らかにする効果も期待される。

4.7 家事育児支援器具技術の基盤整備

家事や育児を支援する器具は、高齢者の増加に対する介護支援的な側面もあれば、少子高齢化を迎える中で労働の担い手である主婦（主夫）の生産性を高めるための支援という側面もある。しかし、家事を楽しむ、育児を楽しむという家庭人としての本質も根強く、器具に負担して欲しい支援内容は、暮らしの環境、ユーザの性格、得手不得手なども影響し各人各様である。加えて、機器の機能設定が不適切であったり操作設計が不適

脚注5) 例えば、障害を持つ人が助けを求めたいと思っている状況において、ユビキタスコンピューティングのウェアラブル技術が働き、そばにいる人が、違和感も心理的負担もなしに、自然に障害を取り除く行動を起こすことが期待できる（ここでいう「障害」には、健常者が一時的に陥る状態も含めている）。

切であったりすることによって起きる事故など、子供や高齢者による製品事故は後を絶たない。こうした事故を未然に防ぎ、影響を最小限に抑えるために、機能安全、製品安全へ対応することが必要である。

そこで、使い手の意識や気持ちに配慮し、ユーザ要求の範囲で、家事育児労働の作業負担を軽減することを目的に、家庭内の誰がどのような環境下で利用しても、安全で安心して使える器具の設計手法を開発することを考え、技術ロードマップを策定した(図7)。

家事・育児の実態を把握し、どのようなユーザの、どのような家事育児が、どの程度の負担感となっていて、どのような支援を受ければ暮らしが生き活きとして喜ばれるのか、その受容度、喜ばれる度合いを指標化する。次に、負担感が増加する家事育児の作業機会の発生頻度を予測し、支援器具を活用する際に不安全事故が起きた場合の重大度を予測する。このような機能安全や製品安全の考え方を活用しながら、頻度を抑えるか重大度を抑えるかを検討し、安全で安心して使える器具の設計要素を抽出して対策を立てる(下記)。これらの成果にもとづいて、家庭内の誰がどのような環境下で利用しても、安全で安心して使える器具が設計され、家事育児労働の作業負担が軽減されることが期待される。

- ・ 家事、育児の負担感と受容度の指標
- ・ 不安全事故の発生頻度データベースおよび重大度指標
- ・ 家庭内器具の安全・安心設計ガイドライン

また、家事育児支援器具を検討する要素は、暮らしの中で人が身に付けるべき要素の抽出にもつながり、人と器具の本来の関係を定義する効果もある。例えば、怪我をするリスクを負いながら鉛筆を小刀で削る方法を教えるか、リスクを負わず鉛筆削りを用いるかという議論をした時代があったが、日常は鉛筆削りでもよいが、小刀で削る機会を与えるべきといった認識が生まれるはずである。便利になりすぎることへの警鐘、正しい商品の選択知識を獲得するための消費者教育や、社会システムとして製品・サービスを監査・測定する技術・指標や制度の制定へ発展することが期待される。

4.8 不定期勤労支援技術の基盤整備

近年、生活形態や価値観の多様化に伴い、ワークシェア、ホームオフィスに代表されるような、従来の勤務形態(定期的勤労形態)とは異なる、不定期な出社にもとづく勤労形態(不定期勤労形態)による勤労者の割合が増加している。定期的勤労形態による勤労者(定期勤労者)の職場適応については多くの研究がなされているが、不定期勤労形態による勤労者(不定期勤労者)の職場適応はあまり検討されていない。今後、不定期勤労者を労働力として、定常的に活用していくためには、その職場適応のメカニズムを理解し、彼らの職場適応状態を良好にするための支援をしていくことが必要である。

そこで、不定期勤労者が、安定して、勤労を継続できるように求められる支援のあり方を明らかにしていくことを考え、技術ロードマップを策定した（図8）。

まず、現在の不定期勤労者の職場適応状態および受け入れ企業の支援実態を明らかにする必要がある。その実態をふまえ、定期勤労者の職場適応モデルを参考にしながら、不定期勤労者の職場適応モデルを構築する。この職場適応モデルをベースにして、勤労者の職場適応状態をよりよくするための勤労環境の支援方法を業種別に提案するとともに、勤労者の職務意識の向上等の内面を支援するための方法を提案する。そして、これらの方法をベースにして、不定期勤労者の職場適応状態を良好にし、継続的な勤労を実現するための業種別の支援モデルを構築する（下記）。これらにより、企業の立場からは、多様化した勤労形態においても優秀な人材を安定して確保することを可能とし、勤労者の立場からは、様々な選択肢の中から自分のライフスタイルにあった勤労形態を選択した上で安心して働ける環境が提供されることが期待される。ここでは、定期勤労者を対象とした人間工学の手法や知見が活用される。また、支援方法を提案するにあたっては、技術オリエンテッドではない人間工学的なアプローチや、人間中心設計が大きな役割を果たす。

- ・ 不定期勤労者の職場適応状態の実態
- ・ 受け入れ企業の支援実態
- ・ 不定期勤労者の職場適応モデル
- ・ 不定期勤労者のための勤労環境および内面の支援方法
- ・ 業種別、不定期勤労者就労継続支援モデル

4.9 エンターテイメント性創造技術の基盤整備

エンターテイメント性を取り入れたシステムや製品を構築する場合には、人間が感じる「楽しさ」や活動への「かかわり方（engagement）」を人工物として設計する必要がある。しかし、これらの特性については人間工学的な解明が行われていない。

そこで、人間が感じる「楽しさ」、また、人工物や活動への「かかわり方」の科学的解明とモデル化を目指して、技術ロードマップを策定した（図9）。

従来研究の調査から開始し、人間が感じる「楽しさ」、また、人工物や活動への「かかわり方」の評価モデルを構築する。これらの結果を「楽しさ」や「かかわり」そのもののモデルへ反映させる。最終的には、エンターテイメント性を備えた人工物の評価手法を構築する（下記）。これらにより、人間が感じる「楽しさ」、また、人工物や活動への「かかわり方」が科学的に解明され、その成果が人工物の設計へフィードバックされ、エンターテイメント領域が大きく発展することが期待できる。

- ・ 人間が感じる「楽しさ」や人工物や活動への「かかわり方」に関する基礎データ
- ・ 人間が感じる「楽しさ」や人工物や活動への「かかわり方」に関するモデル
- ・ エンターテインメント性を備えた人工物の評価手法

エンターテインメント性は、従来の人間工学の延長線上で議論することが可能であるが、その完全な解明にはパラダイムの転換も必要と思われる。その試金石としても従来の人間工学が必要であり、人間工学にとって興味深いテーマである。

4.10 運動能力支援技術の基盤整備

大型化、身体寸法のバランスの変化など、日本人の身体には大きな変化が生じている。とくに、筋力や一部の運動機能が低下しているのは由々しき事態である。日常生活の範囲において能力の低下を阻止することは人間工学の課題であり、適切な提言を行うことは人間工学に課せられた重要な責務である。

そこで、子供が個人として日常生活でできる体力向上と、団体で行うゲーム(鬼ごっこ、競技など)に分けたうで、最終的には楽しくないと続かないであろうから、時代とともに変化する子供のエンターテインメント評価を構築することを考え、技術ロードマップを策定した(図10)。

国民体力のボトムアップを目的としているので、トップアスリートを育成するようなストイックなケースは除いた。また、スポーツ指導者の育成とその費用対効果を判断するモデルを構築する。これをもって、行政を指導する。10年後に子供の体力が1990年代のそれに回復することを期待する。2010年までは体力低下、身体寸法アンバランスの原因を分析し、個人技と団体技に分けて、評価モデルを構築する。個人に関しては2010~15年に日常生活正常モデルを構築し、検証する。日常生活正常モデルとは、起床時間、就寝時間、摂食時間、摂食量、運動量などの正常値の範囲を規定するものである。団体技に関しては費用対効果モデルを構築する。これによって、適正な運動指導者の育成、適正な運動場所の確保を狙う。2016~20年には5年経過後の効果を調査する。モデルが正しければ継続し、必要であれば修正する。2021~25年には人間(子供)の行動特性を考慮したエンターテインメント評価手法を、個人技、団体技のそれぞれについて確立する。また両者を比較する。これらにより、日常生活の範囲における運動能力の低下が抑制、改善されることが期待される。

4.11 ロボットと人間のインタフェース技術の基盤整備およびサイボーグ技術の基盤整備

これまで、多くの科学技術の水準が軍事応用によって引き上げられてきた。現在、軍事ロボットの研究が一部の機関で行われており、すでに無人戦闘機など自律ロボットとも言える兵器が実戦配備されているのも事実である。しかし、今回のロードマップの検討では、軍事ロボットは取り上げない。それは、日本の社会がロボット技術の軍事転用を認めていないからである。

策定した技術ロードマップ（図 11）に取り上げた多くの RT（ロボットテクノロジー）は軍事転用が可能と思われる。「国防」という意味においては社会的要請があることも考えられる。一般に、技術をどのように使うか、何が技術の悪用であるのかは、社会が決めることなので、ロボットの普及に伴う社会変化に対応した社会倫理が醸成されることが必要である。この問題は、軍事転用だけでなく医療応用や、BMI（ブレイン・マシン・インタフェース）、サイボーグ技術などの研究の目標設定や方法論などとも関係する。また、科学者は、開発しようとする技術の使われ方についてはより責任を持たなければならない。その危険性を早期に指摘するとともに、悪用の可能性が出てきたときには警笛を発していく努力をしなければならない。

本技術ロードマップに沿って、取り上げられた RT の開発が健全に進められることが期待される。

4.12 人間と車用安全装置のインタラクションの最適化技術の基盤整備

近年、センサ技術や情報処理技術の発展に伴って、利便性、快適性、そして安全性を向上させるための様々な装置が自動車に導入されつつある。とくに、走行中の安全性と関わりを持つ車用安全装置については、運転中のドライバーに対して情報提供や操作補助が行われるなど、従来の運転行動とは異なる要素が含まれることから、ドライバーと車用安全装置の間に適切かつ安全、安心なインタラクションを確立することが求められている。

そこで、情報提供や操作補助などドライバーの運転行動を支援するための車用安全装置が自動車に装備された場合に、ドライバーと車用安全装置の間に最適なインタラクションが実現できるよう、運転中のドライバーの特性や行動に基づいた評価手法や基準を確立することを考え、技術ロードマップを策定した（図 12）。^{脚注 6)}

脚注6) 自動運転に関しては、技術的な問題はほぼクリアされているものの、自動運転を実道環境に導入・運用するためのインフラ整備や法整備など長期的に渡って解決すべき問題があることが指摘されている。また、自動運転を対象とした人間と車用安全装置のインタラクションでは人間の「運転行動」とのインタラクションが含まれないこと、情報提供や操作補助などの車用安全装置に関してドライバーの運転行動と車用安全装置のインタラクションに解決すべき多くの問題点が指摘されている。本技術ロードマップを策定するに当たっては、以上を考慮した結果、自動運転を含んだ

人間と車用安全装置のインタラクションを最適化するための評価手法を確立するに当たっては、まず、ドライバの個人内特性や個人間特性に関わるモデル化、データベース化、道路環境や交通状況に対するドライバ行動のモデル化、情報呈示のモダリティや階層化に関わるドライバ行動のモデル化を行うとともに、システムに対する不信・過信のドライバ行動のモデル化を行う。これらの基本モデルを統合して運転中のドライバ行動・ドライバ状態を推定するためのドライバモデルを構築する。抽出されたドライバモデルや道路環境・交通状況などにもとづいて、情報提供の必要性、情報呈示モダリティや階層の選択など情報提供マネジメントを含めたドライバと車用安全装置のインタラクションに関する評価手法、さらには運転操作への介入時のインタラクションに関する評価手法を構築する。最終的にはこれらを1つのマネジメントに統合して、人間と車用安全装置のインタラクションに関わる総合的な評価手法を構築する。これらにより、新たに導入される車用安全装置が人間の運転行動に適合し、最適なインタラクションが実現されることで、運転中のドライバの安全性さらには安心感が向上されることが期待される。また、車用安全装置の導入効果に関して、事故件数や死傷者数といった評価指標以外に、ドライバの安全性や安心感などに関わる評価指標が確立され、事故件数や死傷者数といった従来の評価指標には反映されないレベルでの評価が可能になることが期待される。また、派生的に、ガイドラインや標準化の制定に発展することが期待される。

人間と車用安全装置のインタラクションにおいて、ドライバ行動を認知・判断行動、運転操作、心理状況・行動意図などに基づいて定量的・定性的に抽出する必要がある。また、ドライバの運転操作と車用安全装置へのインタラクションの間の干渉性なども評価する必要がある。これらには人間工学的なアプローチを活用する必要がある。

4.13 新たなモビリティ技術の基盤整備

人の移動を支える技術（モビリティ技術）は、自動車や公共交通による移動だけに限らず、歩行や自転車などのエコロジカルなものから新たに導入される移動支援システムにいたるまで、さらには人の移動に取り巻く道路環境・街の構造などが対象領域となり、様々な技術開発が進められていくはずである。今後のモビリティ技術の開発と導入により、一般の移動者のみならず、学童や高齢者、身体障害者などの交通弱者に対しても、移動に関わる利便性や安全性の向上を図るだけでなく、移動に関わる楽しさや喜びなどを人々に提供可能な新たなモビリティ技術の基盤整備さらには「安心して行き来できる街」を実現する必要がある。

そこで、移動における利便性や安全性、さらには安心感を向上させるためのモビリティ技術を整備・確立するために、移動する人間の観点に基づいた評価手法や基準を確立することを考え、技術ロードマップを策定した（図13）。

ドライバと車用安全装置のインタラクションを除外し、ドライバへの情報提供や操作補助を含んだインタラクションのみを対象とした。

「安心して行き来できる街」の評価手法を確立するに当たっては、特定のモビリティ技術とは独立に、個々の人間の移動に関わる安心感を「移動の安全性」と「移動の利便性」、さらに「移動に関わる楽しさ」などの要素から構成することを考え、これらの要素を向上させる移動行動やそれらの構成要因をモデル化する。また、一般移動者から移動弱者にいたるまでの様々な基本行動をモデル化し、各要素との関わりを考慮しながら、個々の移動に関わる安心感の評価手法を構築する。これらにより、今後、新たに導入されるモビリティ技術が、人の移動に関する安心感を高める要素を持ち合わせたものとなる。また、従来から新たなモビリティ技術の導入に当たっては、B/Cなど、主に金銭的なものによる効果推定や事後評価などが行われてきたが、人の安心感といった観点で利益を評価することが可能となり、移動支援に関わる個別システムだけに留まらず、道路環境や街のインフラ設備などグローバルな観点での施策に反映・展開されることが期待される。また、派生的に、ガイドライン等の制定に発展することが期待される。

人の移動において、安全性や利便性、楽しさとの関わりを定性的・定量的に抽出するには人間工学的なアプローチが必要である。移動に関わる楽しさ、さらには安心感については、人の心理を捉える必要があり、人間工学が果たす役割は大きい。

4.14 異文化理解支援技術の基盤整備

外国人の採用、多様な国を包含する事業の推進、国際的な分業体制など、異文化を前提とした協調作業は、今後、ますます増加する傾向にある。そこには、職務設計を適切に行い、作業システムを開発する必要が生まれ、必要を満たすためには、異文化間のコミュニケーションのギャップを埋め、信頼ある人間関係を構築しながら、作業効率を向上させてゆくことが求められる。この文脈の中で、情報通信技術を有効に活用することが考えられる。

そこで、異文化を基盤とした協調型職務の設計方法論を確立することを最終目的に、異文化を基盤とした協調作業の理論モデルの構築、同理論をもとにして作業分析法、協調作業システムのシミュレーション技法、そして、その評価法をそれぞれ構築することを考え、技術ロードマップを策定した（図14）。^{脚注7)}

異文化コミュニケーションを技術的に支援するインフラとしての技術基盤と、実際の職務設計を行うための方法論を構築する流れに分けている。技術に関しては、人間工学は、直接的に開発に携わる立場ではないので、それを適用するための手法を開発する。一方、異文化を基盤とした職務設計は、新たな協調作業の理論モデルが必要となるため、この構築を中核に据えた。このモデルをもとに、職務設計の方法論を構築する。これらによ

脚注7) ここで考える作業システムには、国内での作業、国外での作業、国際的な協業などが想定される。全ての業界を対象に想定するが、とくに、外国に依存しなければ成り立たなくなっている、システム（ソフトウェア）開発を担う業界への対応が急務と考えた。

り、異文化の構成員からなる複雑な職務設計を、適切に実施することができるようになり、また、これをプロジェクトマネージメントに応用してプロジェクトの円滑な運用に貢献することが期待される。また、検討の過程で、現場レベルでの試行錯誤された職務の結果にもとづくケーススペースを産出し、これらの分析からベストプラクティスを導くことも期待される。

単なる技術システムの導入ではなく、適切な職務設計のもとで、戦略的に技術導入を計画・実装するために人間工学が活用される。また、人間活動の面から、実際の作業における異文化コミュニケーションの課題を分析することも可能とする。

4.15 自在なコミュニケーション、人の尊厳を支える交流、着実なセキュリティ

ICT（情報通信技術）を背景に、空間的な制約を補完するために、今後、様々な通信手段が提案されてゆくはずである。しかし、従来のTV会議やTV電話のように技術的な性能を向上させるだけでは、実際には利用出来ないものが少なからず生まれると予想される。単なる使いやすさを超えて、生活に定着するようなコミュニケーションシステムを提案するためには、利用者を軸とした、新たな設計方法の構築が必要である。

そこで、社会基盤、あるいは、生活に定着する新しいコミュニケーションシステムを開発するための方法論を確立することを最終目的に、ビジネス利用ではなく、日常的に使われるコミュニケーションシステムを対象とする技術ロードマップを策定した(図15)。

まず、人間の日常生活におけるコミュニケーションのメカニズム等を明らかにする必要がある。人とモノのインタラクション研究に比べ、人と人のコミュニケーションを支援するための理論研究は必ずしも進んでいない。そのため、まず、日常生活における人と人のコミュニケーションに関する理論モデルの構築を中心的課題に据え、これをもとに開発方法論を展開する。とくに、コミュニケーションシステムのアイデアを可視化するためのプロトタイプ作成方法、また、その妥当性を確認するための評価法の構築を中心にする(下記)。これらにより、コミュニケーションシステム設計において、これまでの技術志向アプローチに対して、人間中心設計を展開することによって、利用者の受容度が高く、実際に有効なシステム案が効率的に提案されるための開発環境が整備されることが期待される。

- ・ 人対人のコミュニケーションのシステム要件を導出するための分析手法
- ・ コミュニケーションシステムの評価手法
- ・ コミュニケーションシステムのアイデアを可視化するためのプロトタイプング手法
- ・ 上記を統合したコミュニケーションシステムを構築するための方法論

技術中心のジャストアイデアではなく、コミュニケーションシステム開発のための利用者（人間）からの要求事項を導き、さらには、様々なシステムアイデアを利用者（人間）の観点から評価する方法を導く上で人間工学が活用される。