

1.1 センターのこれまでの実績

人工物工学研究センターは、1992年に設立され、当初設計科学、製造科学、知能科学の3部門の体制で運営されていた。2002年4月から本センターは体制を新たにし、ライフサイクル工学、サービス工学、デジタル価値工学、共創工学の4つの研究部門と客員研究部門が設置された。2005年4月には駒場Ⅱキャンパスから柏キャンパスに移転し、総合研究棟において新たなスタートをきることになった。さらに2005年12月には価値創成イニシアティブ（住友商事）寄付研究部門を設置するなど、本センターはより良い研究開発環境の実現を目指して、研究体制のより一層の拡充を果たしてきた。

本センターは設立当初から、人工物がもたらす「現代の邪悪」の解決を目指すとともに、人間・人工物・環境の新たな関係の可能性を求めて、学問領域の細分化による弊害を無くし、従来の方法論にとらわれない取り組みをおこなってきた。

ライフサイクル工学研究部門では人工物の設計から消費、廃棄にいたる全ライフサイクルの挙動について研究している。サービス工学研究部門では物質的機能のみにとらわれないサービスの設計論とその産業展開を、デジタル価値工学研究部門では知の新たな表現と価値の創出を、そして共創工学研究部門では異分野や多様な行動主体の共創による問題解決の方法論を求めるとともに、3つの研究部門を統合する基盤を築いている。価値創成イニシアティブ（住友商事）寄付研究部門では、社会における人工物の新たな価値創成について追究してきた。

さらに、日本原子力研究開発機構システム計算科学センターとの共同研究体制の構築、東京大学「知の共創プラットフォーム」への参画など、学内外の教育研究活動と連携したセンター運営を行っている。

1.2 現状の評価（過去の外部評価）

2008年1月30日に実施された外部評価委員会（主査 柘植綾夫）の現状の評価は以下の通りである。

1992年に、設計科学、製造科学、知能科学の3部門体制で創設された人工物工学研究センターは第1期（1992.4-2002.3）にて所期の成果を挙げ、第2期（2002.4-2012.3）はライフサイクル工学、サービス工学、デジタル価値工学、共創工学の4研究部門と客員研究部門、さらに価値創成イニシアティブ寄付研究部門を設置して教育研究と社会貢献活動をしてきた。その中間点を機に、5名の外部評価委員の参加を得て、1. センターの運営・体制・研究環境、2. 研究業績、3. 教育実績・人材育成、4. 人工物工学の構築と将来構想の各視点から中間評価を実施した。その結果、全員の評価委員から、全項目に対して高い評価と、これからの一層充実した同センターの活動への期待表明と貴重なアドバイスがなされた。

その背景には、科学技術の成果が社会に浸透し、相互の連関構造がますます複雑化する21世紀において、工学が直面する「ターゲットの拡散」、「スコープの拡散」及び「ディシプリンの拡散」という3つの拡散現象の潮流に対して、本センターが正面からこの困難な工学的命題に挑戦していることを高く評価していることがある。「極めて貴重な知の統合の教育研究と社会貢献」、「人工物工学という新たな学術領域創出への挑戦」等々の教員、職員の努力と実績に対する高い評価はそれの現われと言えよう。この観点から、得られたアドバイスも活かし、第二期の後半も前半の教育研究と社会貢献活動を継続していくことが期待される。

一方では、第二期期間中に生じている東京大学の内外における同センターが目指す「人工物工学創成」と関連する「工学教育研究の諸改革活動」との連関を視野に入れて、自らの活動の一層の充実化と全学的視点での発信が期待される。関連する工学教育研究の改革活動の例として、東大工学部の「システム創成学科」、大学院工学系研究科の「システム創成専攻」及び総長イニシアティブのもとで設立した「知の構造化センター」等の設立を挙げることが出来る。それぞれの学術的競争活動において、本人工物工学研究センターは、その学術的独自性を引き続き発揮し、それを内外に発信し、より一層明確にした活動が求められる。その視点として、社会経済科学・人文科学分野も統合した観点からの人工物工学の新たな地平を拓くことも考えられる。

また、この命題は東京大学全体の学術と社会との結びつきに関するものであることを、大学本部の教育研究・社会貢献の全学的司令塔部門は認識をし、本人工物工学研究センターの次なる発展に向けて協力と支援をすることが期待される。

1.3 センターの設置目的

人工物工学研究センターの設置目的は、人工物工学に関する教育研究を行うことである。そこで、「人工物工学」とは何かについて、吉川弘之の「人工物工学の提唱」の概要を示すことにより、設置目的の説明に代えたい。

「人工物工学の提唱」(概要) 吉川弘之

現在、我々は、環境、貧富、安全、健康など、多くの困難な問題（現代の邪悪なるもの）に直面している。これらに共通する点は、人類の安全と豊かさを求めてきた行為の結果として、全く予期せず生じた問題であるということである。人類はこれまで、知恵を駆使し、学問を構築することによって、多くのものを生み出してきた。しかし、現在の学問は領域性と視点の限定によって構築されたものであり、これらの問題の解決のために適用できないのはおろか、むしろこれらの問題を生ぜしめた原因となっている。その解決のためには、人間が創出するものすべてを対象とし、領域を否定し、どの視点も取り入れることが可能な新たな学問を構築する必要がある。これは、従来の演繹を基盤とする学問ではなく、仮説・法則や行為を導出するためのアブダクションを基盤とした学問である。それを人工物工学と呼ぶ。

2. 研究面

2.1 研究活動, 研究成果

以下部門毎の研究活動, 研究成果について述べる.

2.1.1 ライフサイクル工学研究部門

(1) 内容

本研究部門は、脱領域化によりライフサイクル全体を扱い、人工物の適切な維持・安全性の確保、そして持続可能な産業社会構築を目指すものとして設置された。人工物の設計時にその人工物がどのような経緯をたどるのかを予測することは困難であり、多様性が増大する。これに伴うさまざまな問題を時間発展型の事象の理解、モデル化、計測・制御として捉え、具体的な課題の解決を通して社会的な貢献を果たすことを目指して研究を行っている。具体的には以下のような研究を行っている。

長期運用する人工物の環境対応性、経年劣化に対する安全性の問題を解決するため、腐食やき裂などの発生を考慮に入れた新しい解析手法、劣化予測手法、検査手法、メンテナンス手法、廃棄段階を含めたトータルライフサイクルの評価、ライフサイクル最適化技術の研究を行い、循環型社会の構築を目指した研究を行った。また、地球温暖化に伴う北極海航路の可能性を検討し、氷海に適した、環境負荷の少ない船舶設計の基礎研究を行い、日欧間の新たな物流システムの創出を目指す研究を行ってきた。さらに、個のケアを目指した研究として、スポーツにおける人間と人工物の相互作用を解析し、それを多目的最適化問題として定式化し、個人の特性にあった人工物の設計のための手法論を展開し、ゴルフクラブの最適設計に適用した。

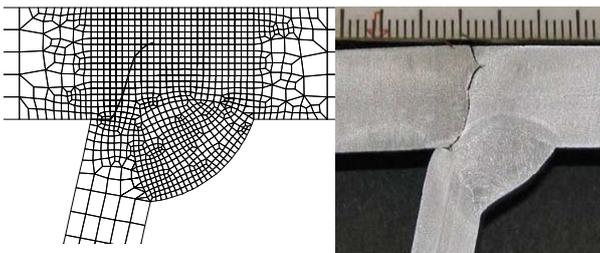
(2) 意義・必要性

本研究部門は、人工物の設計から消費、廃棄にいたる全ライフサイクルの挙動について、従来から重視されて来た「経済側面」だけでなく、「環境側面」並びに「社会側面」を取り込み、循環型社会を構築する方法を研究する部門である。環境と人工物、社会と人工物、人間と人工物の関連についての情報発信拠点としての役割を担っている。

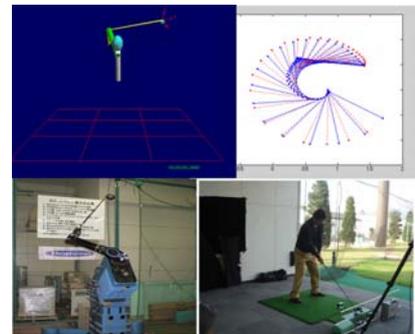
(3) 達成状況（研究成果を踏まえて）

ライフサイクル工学に対する先駆的研究を行っている。代表的な論文を以下に示す。

- Nakasumi S, Suzuki K, Ohtsubo H.: Crack growth analysis using mesh superposition technique and X-FEM, International Journal for Numerical Methods in Engineering, Volume 75, Issue 3, 2008, pp. 291-304 (き裂進展解析に関する論文)
- Zhang A, Suzuki K: A study on the effect of stiffeners on quasi-static crushing of stiffened square tube with non-linear finite element method; International Journal of Impact Engineering, Volume 34, 2007, pp. 544-555 (衝突解析に関する論文)



き裂進展解析と最適設計



個人の特性を考慮した最適化

2.1.2 サービス工学研究部門

(1) 内容

当該部門の内容は下記の三種類に大別される。

(a) サービス設計システム (サービス CAD), サービスモデリングツール(サービスエクスプローラ), 実世界におけるサービス支援等の新しい概念形成を行うことでサービス工学研究分野の先導的役割を担い, 循環型社会の構築に向けて貢献をしてきた。

(b) 認知症予防回復支援サービス, 看護教育支援システム, 物流システム, 群知能ロボットシステム等の開発を行い, サービスに関わる新規産業分野を創出してきた。

(c) 人の行動計測・モデル化・判別手法の開発, 人の適応的行動生成メカニズム解明, 共想法を用いた認知症予防回復支援サービスシステム構築を行った。また, 生物の環境・身体・社会適応機能の解明を生工連携により行う移動知学問領域の研究総括をした。結果として個のケアに関する基盤学問体系を構築してきた。

(2) 意義・必要性

当該部門は, 社会の持続的発展を達成する脱物質化実現, すなわち物質的価値からサービスや知識を付加価値の源泉とする産業構造へのパラダイムシフトに向けて必要となるサービスと知の供給, 個のケアを研究する部門として存在している。サービス工学体系の確立, サービス応用システム構築により, サービス工学に関する世界的情報発信拠点を指向している。

(3) 達成状況 (研究成果を踏まえて)

サービスシステム設計, モデリングに関する先駆的研究を行っている。以下に代表的な論文を示す

- Y. Shimomura, T. Hara and T. Arai, A Service Evaluation Method using Mathematical Methodologies. CIRP Annals - Manufacturing Technology, 57, 1, 437/440, 2008. (サービスエクスプローラに関する論文)
- Mihoko Otake, Motoichiro Kato, Toshihisa Takagi and Hajime Asama. The Coimagination Method and its Evaluation via the Conversation Interactivity Measuring Method, Early Detection and Rehabilitation Technologies for Dementia: Neuroscience and Biomedical Applications, Jinglong Wu (Ed.), IGI Global, pp. 356 - 364, 2011. (共想法に関する論文)
- M. Ashikaga, M. Sakura, M. Kikuchi, T. Hiraguchi, R. Chiba, H. Aonuma, J. Ota, Establishment of Social Status without Individual Discrimination in the Cricket, Advanced Robotics, 23, 5, 563/578 (2009). (生物の適応機能解明に関する論文)



サービス工学研究分野の代表的成果

2.1.3 デジタル価値工学研究部門

(1) 内容

本部門では人工物のバリューチェーンにかかわる様々な情報を「デジタル価値」として抽出・表現・蓄積・利用を行うための方法論や手法の研究を行っている。主たるテーマは、デジタル価値創出のためのミドルウェア、ハイエンドコンピューティングと創発アルゴリズムを援用した人工物・技術普及・社会構築過程等の大規模シミュレーション研究、可視化とネットワーク分析を利用した情報選別と知識抽出に関する研究、社会物理に基づく人間活動の分析とモデル化、技術・技能継承のための暗黙知の情報化、などである。具体的には、循環型社会の構築に向けて、環境への配慮を価値観として考慮し燃料電池自動車の普及による水素社会構築過程のシミュレーション研究を推進した。新産業創出については、可視化情報からの知識獲得を支援する可視化情報分析支援、行動分析による暗黙知の情報化を通じて、新たな操業管理システムへの展開を追求している。また、イノベーション創出の強力な手段のひとつとして、並列計算能力に優れ大規模解析が可能な有限要素法構造解析システム FrontISTR の開発およびその産業応用を行っている。個のケアを目指した研究として、多様なデジタルコンテンツに対するカスタム化の研究、あらゆる細かなニーズに応じて機能を多チャンネル化したシミュレーションソフトの開発を可能とするミドルウェア (HEC-MW) の開発・応用を行っている。

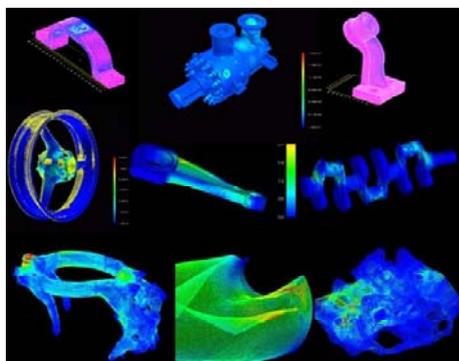
(2) 意義・必要性

人工物の創出においては、人・社会・環境を内包するネットワーク構成モデルのなかで人工物の価値を定量化し、その必要性や機能を大胆に修正しつつ設計・生産過程を動的に再構築してゆく必要がある。本部門は、人工物創出が循環型社会の形成に与える影響を予測する、言わば価値付加型 Artifacts Simulator の計算科学基盤として位置づけられる。

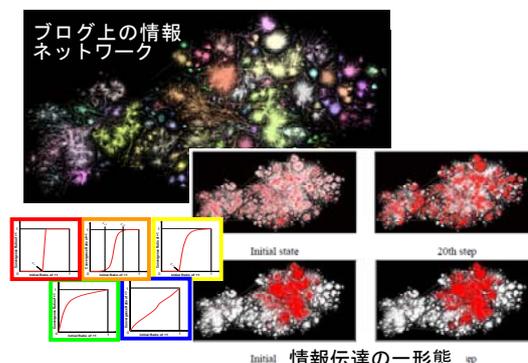
(3) 達成状況（研究成果を踏まえて）

代表的な論文、成果物を示す。

- ・ KUSHIDA, N. and OKUDA, H., Optimization of the Parallel Finite Element Method for the Earth Simulator, Journal of Computational Science and Technology, Vol.2, No.1, pp.81-91, 2008. (ハイパフォーマンス・コンピューティングに関する論文)
- ・ Uchida, M. and Shirayama, S. Effect of Initial Conditions on Glauber Dynamics in Complex Networks, Physical Review E, 75, 046105, 2007. (ネットワーク分析に関する論文)



次世代スパコン向け構造解析ソフト FrontISTR



広域分散化する可視化情報に対する情報選別

2.1.4 共創工学研究部門

(1) 内容

本研究部門は、共創工学の確立を目指し、理論構築とともにその実際的応用に関する研究を推進し、これまでに以下のような研究成果を挙げてきている。

複雑な意思決定問題として社会システムモデルを構築し、シンセシス・創発・対象参入をコア原理とする共創によって、廃棄物回収の社会制度設計に関する研究等、循環型社会の構築へ向けた基礎研究を実施した。人工物、人間、社会の相互作用により価値が生み出される視点から価値創成モデルを構築し、新産業創出のための理論的基礎を築いた。また、認知心理学的視点から個体内における共創的意思決定を対象にした研究など、人工物と人との新しい関係から価値を創出する個のケアに関する研究成果を挙げている。

人工物と人という観点からは、共創的価値創造のためのサービス・ロボティクス、また、人工物と経済社会活動の視点では、公共財供給問題としての会員型サービスの定式化と被験者実験などに取り組んでいる。人間活動の場を地圏や宇宙にも広げた視点からは持続可能な地圏開発に向けた環境問題対応技術の高度化とマネジメント手法の開発・適用、宇宙利用技術の多国間連携による共創的国土基盤データ整備スキームの構築、等を進めている。

(2) 意義・必要性

人間の諸活動は個人や集団の様々な意思決定によりなされるが、システムが複雑化し大規模化している現在では、システムの目的の不確実さ、未確定環境、行動主体の限定合理性などの性質を有するため、意思決定は容易ではない。これらの問題には、完全情報を前提として最適解を探る従来型アプローチでは限界がある。共創の概念は、その限界を打破し、人間・人工物・環境の関係の新たな発展を目指すべく、方法論の構築と実世界での検証を追究する理論的根拠を与えるものである。また、本センター各部門の活動を支える基盤として位置づけられており、センター内外問わず重要性の高い部門である。

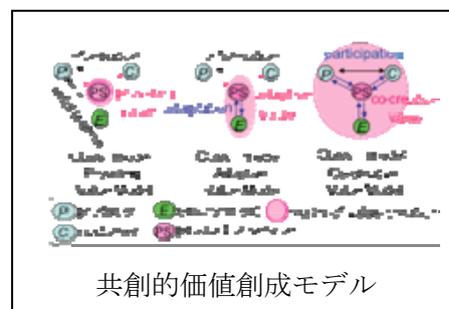
(3) 達成状況（研究成果を踏まえて）

共創工学に関する先駆的研究を行っている。以下にその代表論文を示すが、それ以外に、資源開発、環境影響および行政の異なるステークホルダーの合意形成による地圏開発のフレームワーク研究を行っている。また、環境および自然災害等では、従来の技術開発からより一歩進め、共有の情報やデータとしやすい衛星地球観測データを対象に東アジア広域のコードシェア的方法によるデータ利用プラットフォームのフレームワーク提示を行っている。

・ K. Ueda, N. Nishino, H. Nakayama and S. H. Oda, Decision Making and Institutional Design for Product Lifecycle Management, CIRP Annals - Manufacturing Technology, 54(1):407-412, 2005. (循環型社会の制度に関する論文)

・ H. Asama, Robotics for Service Media in Ubiquitous Computing Environment, International Conference on

Electrical Machines and Systems 2004, 2004. (共創的サービスメディアに関する論文)



2.1.5 価値創成イニシアティブ（住友商事）寄付研究部門

(1) 内容

本寄付研究部門は、人工物の価値をめぐる様々な問題に総合的に取り組み、新しい価値創成の仕組みを探求することを目的とし、4年4ヶ月の時限組織として設立された。

具体的な研究内容としては

(a) 社会における人工物価値の研究フレームワークの研究においては、ライフスタイルに基づく価値のモデルを提案して、サービスから物質的人工物までを統一的に扱う方法について議論を行い、循環型社会の構築に向けて貢献をしてきた。

(b) 価値創成活動の一環としてサービス産業における分析を行い、テレビ視聴分析や視聴支援、映画動員シミュレーションや映画価格シミュレーション、といった開発を行い、サービスに関わる新規産業分野を創出してきた。

(c) インターネットを介した新しい価値創成に関する研究として、創造的活動の集積的効果についての分析を行い、結果として個のケアに関する新しい可能性を提示してきた。

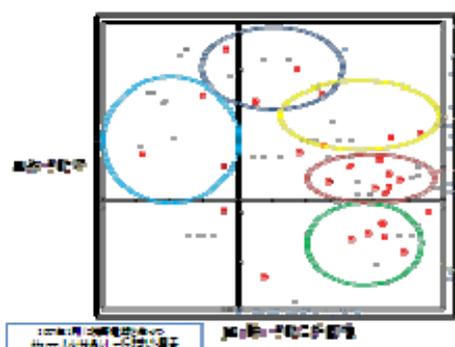
(2) 意義・必要性

当該部門は、社会の持続的発展を達成する脱物質化実現において、根本的問題である人工物の価値について研究を行っており、必要であるが手をつけることのできなかつた問題に取り組んでいる。また、その研究方法においても単に工学だけでなく、計算機科学、経済学、経営学、心理学、など学際的に取り組んでおり、世界に類をみない研究拠点である。

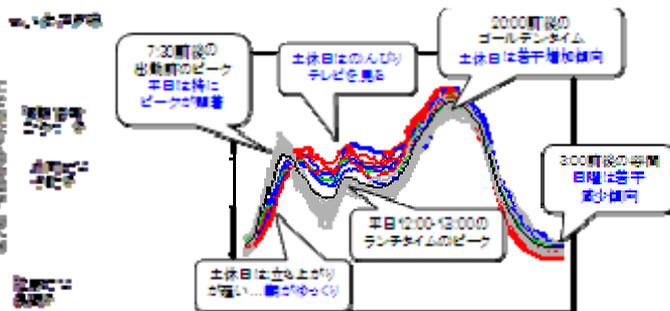
(3) 達成状況（研究成果を踏まえて）

価値創成、サービスに関する様々な研究を行ってきた。以下代表論文を示す。

- ・ T. Takenaka and K. Ueda, An Analysis of Service Studies toward Sustainable Value Creation. International Journal of Sustainable Manufacturing, 1(1), pp.168-179, 2008. (価値創成の枠組みに関する論文)
- ・ 鈴木正昭, 井上善喬, 奥田洋司, シネマコンプレックスにおけるサービス戦略分析のためのエージェントベース映画鑑賞行動モデリング, 経営情報学会誌, 19(2), pp.101-119, 2010. (サービス産業分析に関する論文)
- ・ 濱崎雅弘, 武田英明, 西村拓一, 動画共有サイトにおける大規模な協調的創造活動の創発のネットワーク分析: ニコニコ動画における初音ミク動画コミュニティを対象として, 人工知能学会論文誌, Vol. 25, No. 1, pp.157-167, 2010. (インターネットを介した新価値創成に関する論文)



ライフスタイル分析の例



テレビ視聴分析の例

価値創成イニシアティブ研究分野の代表的成果