



The 21st Century COE Program

Mechanical Systems Innovation

The University of Tokyo

News Letter

創刊号

Vol.1, No.1

2003年12月1日発行

東京大学21世紀COEプログラム 機械システム・イノベーション

ごあいさつ

Complements
機械システム・イノベーションの展望

新世紀を迎え、人類社会の目標は、肥大化した人間圏を地球と共生し得る持続的なシステムとして再構築すると共に、多様な価値観を有する人々に、健康で快適な生活と安全で安心な社会を保障することに焦点が移りつつあります。そして機械工学にも、新たな知の創造と活用を通じて、そのような人の生活の真の豊かさに貢献することが期待されています。

このような認識から、本プログラムでは、豊かな人間生活を実現する様々な科学技術の中でも最も重要度の高い、エネルギーとバイオ・医療の分野に注目し、そこでのブレークスルー、イノベーションを目標に、機械工学の英知を結

集します。情報・バイオ・医学

などの異分野との融合も積極的に進め、ナノ・マイクロテクノロジーのインテグレーションによって、独創的かつ先進的な機械システムの創成研究を進展させ、同時にこれらの研究活動を通じて優れた人材の育成を目指し、上述の21世紀の目標達成に大きく貢献することを課題とします。

具体的には、多モードのエネルギー変換や環境負荷低減、資源・環境モニタリング、そして、テーラーメイド医療、在宅医療などの新技術の構築を目指します。さらに、これらの先導設計を可能とするために、機械システムの内外で生じるマルチフィジックス・マルチスケール現象のモデリングとシミュレーションの学術を飛躍的に進展させ、体系化することを目的とします。



Nobuhide Kawasaki

拠点リーダー◎ 笠木 伸英

エネルギー・イノベーション・プロジェクト

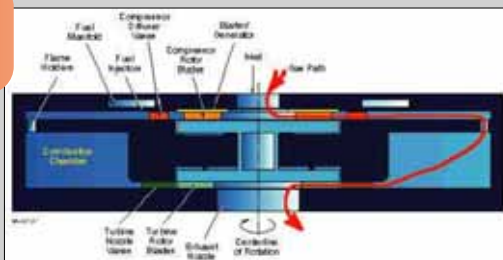
未来社会では安定したエネルギー需給とともに、定置型の小型分散エネルギー、情報機器や介護機器のためのモバイルエネルギーなど、生活支援のための多様なエネルギー需給モードの選択を可能にすることが望まれる。また、エネルギーの使用に伴う環境負荷を低減し、生活環境の安全性をモニタリングし、さらには海洋や宇宙の新資源探査を進めることも、安心安全を支える基盤的な必要技術である。

そこで、超高効率分散エネルギーシステムや、マイクロ熱機関・燃料電池・ヒートポンプなどの先端システムの概念設計、構築、評価を行う。加えて、マイクロファブリケーションによる微小エネルギー機械 (Power MEMS) の創造に挑戦する。また、環境負荷低減のための流動・燃焼スマートコントロールシステム、エネルギー安全利用・生活安全のための先進モニタリングシステム、資源開拓のための超小型衛星や海中自律ロボットによる探査技術に関する研究を進める。

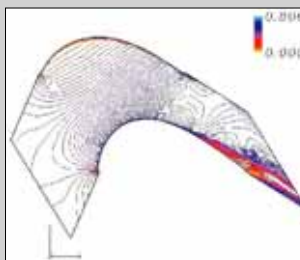
マイクロエネルギー変換システム

次世代の革新的モバイル電源

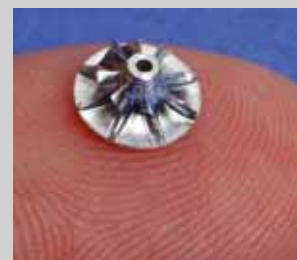
フィンガートップ・ガスタービン / 長島, 加藤



Finger-top Gas Turbine System

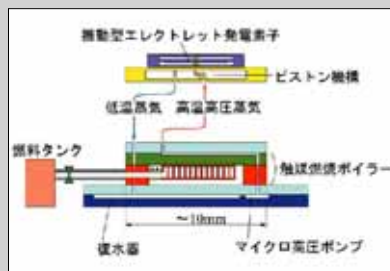


遷移流動シミュレーション

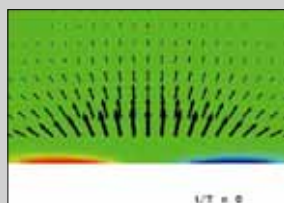


超小型高効率ラジアルタービン

マイクロ・ランキンサイクル / 笠木



Micro Rankin-cycle System



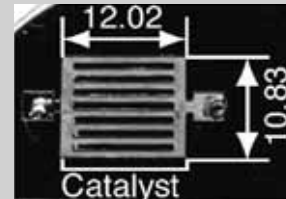
マイクロポンプの数値シミュレーション



マイクロポンプのPIV計測



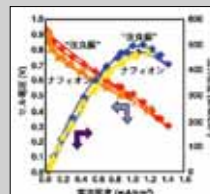
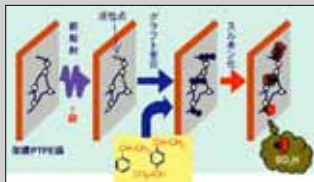
エレクトレット発電素子



白金触媒マイクロ燃焼機

燃料電池〈新規電解質膜の開発と応用〉

放射線グラフト法による高分子電解質膜の合成 / 寺井



燃料電池作動試験結果

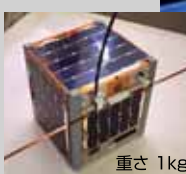
資源探査・宇宙エネルギー利用

海底資源探査 / 浦



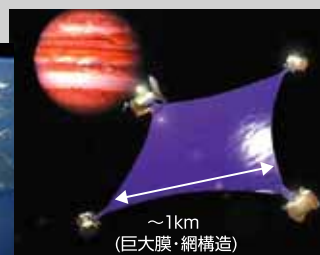
自律型海中ロボット (R2ロボット)

地球資源探査・超大型太陽発電 / 中須賀



マイクロサット (CubeSat-1)

重さ 1kg



~1km (巨大膜・網構造)

風呂敷衛星

バイオ・医療イノベーション・プロジェクト

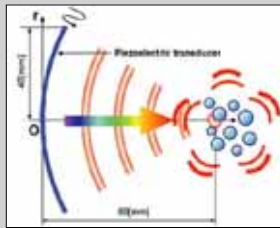
人の健康を支える医療やヘルスケアの実現は、特に高齢化社会で必要性の高い技術目標である。個々人の健康を保ち、テーラーメイド医療サービスを可能にするための、様々な医療用機械システムは、未来の重要技術である。

そこで、ナノ・マイクロメカトロニクスあるいはバイオテクノロジーを融合して、先端的医療支援技術に関わる基礎研究を展開する。

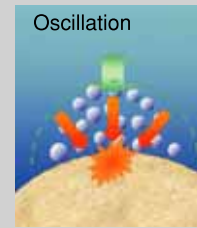
高度な情報技術に支えられた遠隔医療診断・手術、医療ロボティクス、人工・再生臓器、あるいはバイオメカトロニクス技術、マイクロ加工・計測技術に支えられた、遺伝子や細胞の操作・診断技術、生化学分析チップの開発など、様々な健康医療支援のための未来技術の創成と、バイオ・医療分野の機械工学における学術的体系化を進める。

非侵襲・低侵襲医療

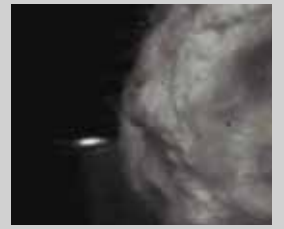
超音波を利用した
診断・非侵襲医療／松本



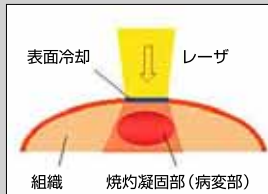
超音波とマイクロバブルのシナジー効果



キャビテーションを効果的に利用した結石破砕



低侵襲レーザー凝固治療法の
開発研究／庄司



動物実験:犬の胃の焼灼凝固



粘膜表面(裏側)

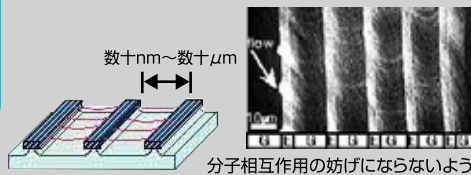


漿膜表面(照射側)

ナノ・マイクロ・バイオエンジニアリング

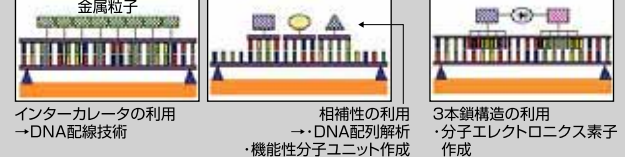
DNAを用いた
バイオナノシステムの構築
(DNAの伸長固定の応用)
:テーラーメイド医療の実現
／鷲津

マイクロ構造を用いたDNAの伸長固定



分子相互作用の妨げにならないよう、両端のみで固定

基板上的特定位置に固定されたDNAをテンプレートとして分子配列を構築

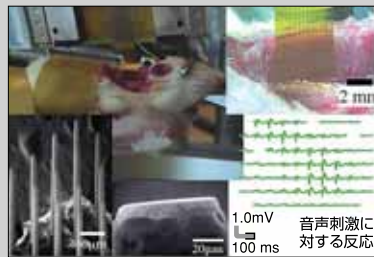


インターカレータの利用
→DNA配線技術

相補性の利用
→DNA配列解析
・機能性分子ユニット作成

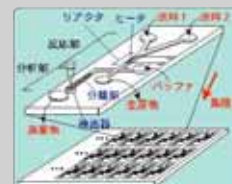
3本鎖構造の利用
・分子エレクトロニクス素子
作成

超微細電極による
脳機能の多点実時間計測
:聴覚機能の
復元技術の開発／中尾



1.0mV 音声刺激に対する反応
100 ms

セル・エンジニアリング・
デバイスの研究開発
:マイクロ生化学分析／藤井



医療情報システム

遠隔医療システム
(テレ・マイクロ・サージェリ・
システム)／光石



ギガビットネットワーク等の高速ネットワーク

ハイパー・モデリング/シミュレーション・プロジェクト

様々な未来技術を開拓し創造するには、システム内外で生じるマルチスケール・マルチフィジックスの複雑現象のハイパフォーマンス・シミュレーションを可能とし、強力な設計手法を確立することが必要である。

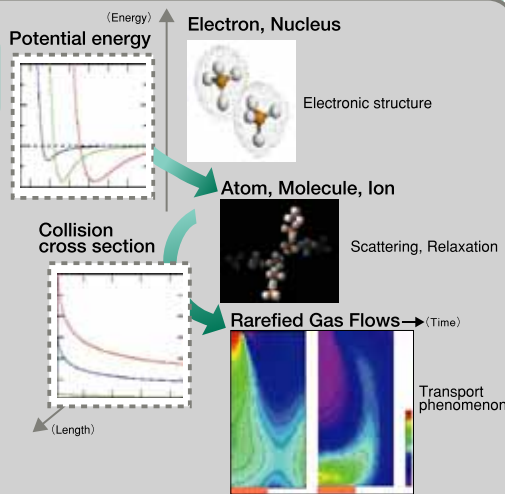
そのため、量子力学から連続体力学に至る階層的力学体系の工学

的手法の構築のために、ミクロスケールの素過程、異相界面の物理・化学、非線形マルチスケール現象の物理、生化学現象などの高度なモデリングを推進する。加えて、これらのモデリングに基づく大規模かつ複雑な数値シミュレーションを可能とするための超高速数値解析技法を開発して、機械工学の分析と統合の学術革新を先導する。

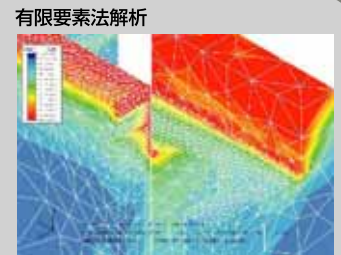
マルチフィジックス・マルチスケール解析手法の確立・深化

量子力学から連続体力学に至る階層的力学体系の構築

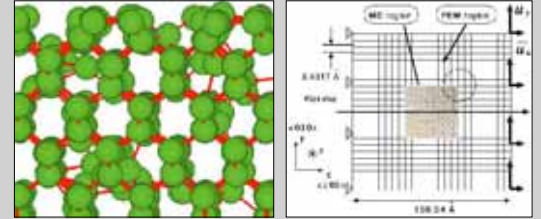
半導体CVD解析/松本



MD-FEM
連成解析/酒井

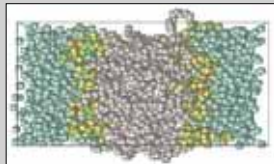


分子動力学解析



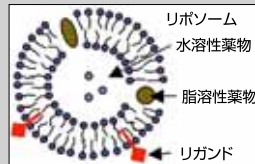
血液微小循環系の解析/松本

分子レベルでの解析



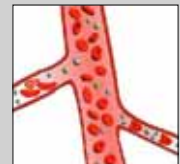
・生体膜に関する分子論的解析 (分子動力学法)

スケール間接合



・膜変形の力学モデルの構築
・動力学の粗視化におけるモデリング

連続体レベルの解析



・血液・赤血球・マイクロカプセルと血流の流体構造連成 (界面追跡法・レベルセット法)

ミクロ

メソ

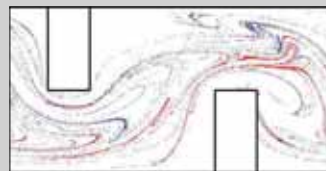
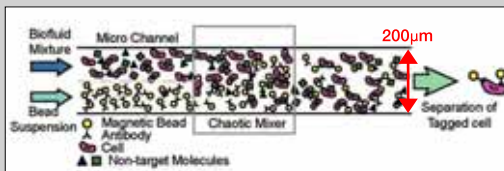
マクロ

ナノ・マイクロ・ミニチュライゼーションによる広域機能発現

流体カオス・バイオフィジックスから知的乱流制御システムの創成まで

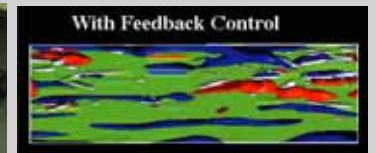
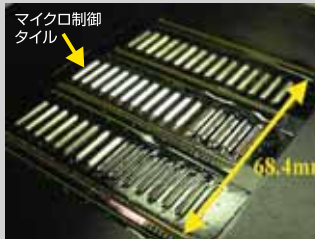
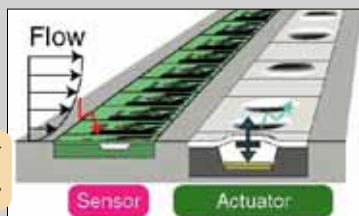
マイクロ・セル・プロセッシング/笠木

再生医療のための幹細胞抽出と細胞分化の制御



MEMSデバイスによる乱流抵抗低減/笠木

MEMS応力センサ + MEMSアクチュエータ



DNSによる制御アルゴリズム評価

事業推進担当者

拠点リーダー

笠木 伸英 大学院工学系研究科 (機械工学専攻)・評議員・教授

エネルギー・イノベーション

長島 利夫 大学院工学系研究科 (航空宇宙工学専攻)・教授

加藤 千幸 生産技術研究所 (機械工学専攻)・教授

寺井 隆幸 大学院工学系研究科 (システム量子工学専攻)・教授

影山 和郎 大学院工学系研究科 (環境海洋工学専攻)・教授

武田 展雄 大学院新領域創成科学研究科 (先端エネルギー工学専攻)・教授

浦 環 生産技術研究所 (環境海洋工学専攻)・教授

中須賀 真一 大学院工学系研究科 (航空宇宙工学専攻)・助教授

藤田 豊久 大学院工学系研究科 (地球システム工学専攻)・教授

バイオ・医療イノベーション

光石 衛 大学院工学系研究科 (産業機械工学専攻)・教授

鷲津 正夫 大学院工学系研究科 (機械工学専攻)・教授

中尾 政之 大学院工学系研究科 (産業機械工学専攻)・教授

庄司 正弘 大学院工学系研究科 (機械工学専攻)・教授

藤井 輝夫 生産技術研究所 (環境海洋工学専攻)・助教授

ハイパー・モデリング/シミュレーション

松本 洋一郎 大学院工学系研究科 (機械工学専攻)・教授

矢川 元基 大学院工学系研究科 (システム量子工学専攻)・教授

藤田 隆史 生産技術研究所 (産業機械工学専攻)・教授

宮田 秀明 大学院工学系研究科 (環境海洋工学専攻)・教授

酒井 信介 大学院工学系研究科 (機械工学専攻)・教授

アドバイザー委員会

アドバイザー委員

井上 孝太郎 (科学技術振興事業団上席フェロー)

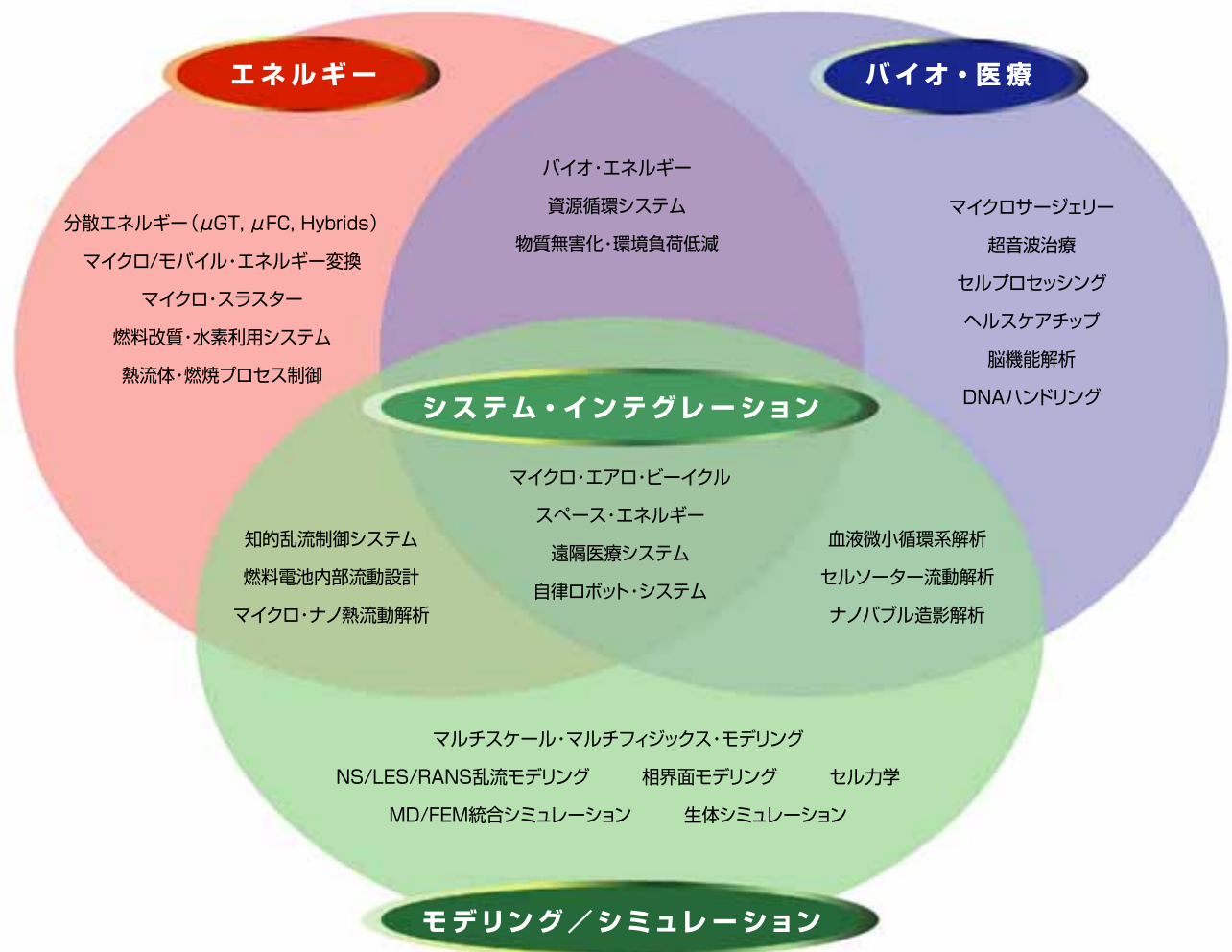
菊池 昇 (ミシガン大学教授)

木村 好次 (香川大学長、委員長)

立石 哲也 (東京電機大学教授)

安全・安心・健康・快適

Enrich Human Life



本プログラムで計画する研究プロジェクトの相互の連携を保ちつつ、各々を強気に推進し、また未来社会技術を担うリーダーシップを発揮できる傑出した人材の育成を支援するために、本郷キャンパス内外に共同研究スペースを確保し、事業推進担当者に加えて、特任教員を採用して、機械システム・イノベーション国際研究教育センターを組織、設置する。さらに、博士課程学生リサーチアシスタント、ポスドク特任研究員の任用を行う。センター人員は、各プロジェクトに参画すると共に、プロジェクトの実施に伴って派生する共通業務、管理業務を継続的に担当し、研究教育実施の各年度計画の遂行に責任を果たす。

本プログラムでは、研究科国際交流室・国際化推進室の支援も得て、海外の研究機関との定期的な研究者交流を積極的に行う。加えて、学術の融合による知の創造、技術の創出に向けて、他の学内21世紀COEプログラム活動拠点とも連携協力を図る。

機械システム・イノベーションの活動

〈キックオフ〉

日程:2003年9月8日(於:本郷キャンパス)

〈公開セミナー〉

◎第1回、第2回

日時:2003年11月4日(於:本郷キャンパス)
2003年11月6日(於:生産技術研究所)

講師:Dr. Jong Wook Hong

(カリフォルニア工科大学応用物理学科ポスドク研究員)

題目:Integrated Nano/Microfluidic Systems for Bio/
Medical Applications

◎第3回

日時:2003年11月8日(於:本郷キャンパス)

講師:F.A.Breugelmans (VKI Deputy Director, Retired)

Van Den Brauembussche (VKI Professor, Turbomachinery)

Y. Ribaud (ONERA Professor, Energy Department)

S. Mizuki (Prof., Mech. Dept., Hosei Univ.)

S. Yuasa (Prof., Aero & Astro. Dept., TMIT)

S. Kaneko (Prof., Dept. Mech., School of Eng., UT)

T. Nagashima (Prof., Dept. Aero & Astro., School of Eng., UT)

題目:Ultra-Micro Gas Turbines & Wave Rotor Technology

〈研究会〉

◎機械システム・イノベーション研究会

2003年10月22日、11月19日(、2004年1月14日、2月3日)

◎エネルギー・イノベーショングループ研究会

2003年10月18日、10月30日

◎バイオ・医療グループ研究会

2003年10月17日、10月21日、10月25日、11月7日、11月13日

◎ハイパー・モデリング/シミュレーショングループ研究会

2003年10月15日、10月25日

〈国内シンポジウム〉

21世紀COE 機械システム・イノベーション 公開シンポジウム

—イノベーションはいかにして可能となるか—

日時:2003年12月18日(木) 午後2時~7時

場所:東京大学工学部 武田先端知ビル 武田ホール

〈国際COEシンポジウム〉

International Symposium on
Mechanical Systems Innovation

日程:2004年3月7日(日)~9日(火)

場所:東京大学医学部鉄門記念講堂