

生体ゆらぎに学ぶ知的人工物と情報システム

実施予定期間：平成 18 年度～平成 28 年度
総括責任者：鷲田 清一（大阪大学総長）
協働機関：オムロン(株)、日本電信電話(株)、パナソニック(株)、三菱重工業(株)、(株)村田製作所、シャープ(株)

I. 概要

本拠点においては、生体システムの機能発現の仕組みを「ゆらぎの利用」の視点から徹底的に追求するとともに、その知見を取り入れた新しいナノ材料物質科学、情報システム科学、ロボット工学を基盤とした新たな融合領域を創出することによって、生体特有の柔軟な機能を実現した新しい知的人工物及び情報システムの創成を目指す。生体の「ゆらぎの利用」に焦点を当て「ものづくり」、「システムづくり」へと活かす本格的な試みとして国内外ともにはじめての構想であり、協働企業との強固な連携のもとに基礎科学から産業化・実用化技術に至る真のイノベーション創出を実現する。また、本拠点化構想を推進する上で有効なシステム改革に取り組む。

1. 機関の現状

国立大学法人大阪大学は、先端融合領域研究を推進し、真のイノベーションを創出する拠点形成を大学の理念として位置づけてきた。本学の研究・教育を特徴づけるモットーとして、「インタフェース」と「ネットワーク」の重視がある。それぞれが、『インタフェース：異文化の融合により新しい学問領域を生み出していくこと』、及び『ネットワーク：社会の要請に迅速に応え得る柔軟な研究・教育組織を構築するとともに学内外における「協奏」を推進していくこと』を重視しており、本学が先端融合領域研究教育をいかに重視しているかを明確に示している。このような大阪大学の研究活動に関する基本理念は、先端融合領域イノベーション創出拠点を形成するのに本学が最適の機関であることを示すものである。また、6社の協働機関はいずれも各業界で世界をリードする技術力を有しており、構想を達成するために大きな役割を果たしうることが確信できる。

2. 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

a. 生体ゆらぎに学ぶ「ものづくり」及び「システムづくり」
生体を構成する分子機械は、熱ゆらぎ（すなわち、「生体ゆらぎ」）を利用することによって、小さな入力エネルギーで働くことができるが、その働き方は確率的であいまいである。既存の人工機械が熱ゆらぎから逃れるために莫大なエネルギーを使用し、その要素機能素子を正確・高速に働かせているのとは対照的である。しかし、こうしたあいまいで確率的にゆらぎ素子がシステム化されると、筋肉や脳に見られるような生体特有の柔軟性が生み出される。そこで、生体における「ゆらぎの利用」を「ものづくり」、「システムづくり」へと活かすことができれば、筋肉や脳の機能を備えた、これまでにない新しい機能材料、新しい情報システムを創成することができるのではないかと、というのが本拠点化構想の根本の発想である。

本拠点化構想では、生体分子機械及びそれがつくる生体システムの機能発現の仕組みを「ゆらぎの利用」の視点から徹底的に追及するとともに、生命科学を取り入れた新しいナノ材料科学、情報システム科学、ロボティクスを構築することによって、生体特有の柔軟な機能を実現した新しい知的人工物および情報システムの創成を目指す。

3. 拠点化構想の内容

a. システム改革の内容

(1) 企業が研究資源を提供しやすくするための特別な規則の設定

大阪大学における知的財産活動は、先進的・独創的な研究成果を知的財産の形で広く社会に公表し、具体的に還元することによって社会への貢献を積極的に推進し、人類の進歩と地域の発展に寄与することを目指すものである。知的財産ポリシーの他、知的財産の取り扱いや契約書雛形、守秘契約などは、法人化と同時に整備済みである。

(2) 多様な人材の活用方策

大阪大学では、科学技術振興調整費、21世紀COEプログラム等競争的資金をもって運営されるプロジェクトにおいては積極的に公募制（国際公募も含む）、任期制、年俸制を導入し、旧来の硬直的な制度から柔軟な教員人事制度に転換を図っている。

このように、大阪大学では、優秀な研究者等を確保するための制度・環境の整備を積極的に進めており、学問研究領域の発展に合わせて常に斬新な考えを持った多様な人材を活用して研究推進を図っている。

(3) 人材流動化の促進

大阪大学では、法人化と同時に、能力にあわせた年俸・能力給制度をいち早く導入し運用している。さらに、本学の一部組織では任期付常勤教員を雇用可能にするなど特別に柔軟対応を図っている。

b. 企業との協働体制

(1) 企業からのコミットメント

本拠点化構想には、6社の民間企業が協働機関として人的リソース及び設備等の提供を通じて、本拠点化構想を全面的に支援するコミットメントを得ているが、概ね各社とも、10年計画の事業であることを視野に入れつつ、本プログラム開始後3年目の時点において、その後の推進の方策については双方で協議することを考えている。

(2) 研究者・技術者の確保方策

大阪大学では、部局間の壁を意識することなく、複数の部局から選出された研究者からなる本拠点を構成し、多様な人材の有効活用を図る。企業からの研究者・技術者の確保については、既存人事制度を活用するとともに、新たなイノベーションを起こすための仕組みの一環として、企業に籍を置きながら、本学の任期付常勤教員に就任できる「出向制度」を整える。さらに、「共同研究ユニット」という企業との連携による新制度を立ち上げ、国際的に高い実績を有する研究者・技術者の確保を促進する。

(3) 協働体制の運営方法

本拠点化構想の統括責任者を大阪大学総長が務め、本構想を推進する上で重要な四つの研究領域である生命領域、ナノ材料領域、情報システム領域、ロボット領域の各々に「研究領域リーダー」を設ける。そのもとで以下のような

運営体制を確立する。

(a) 統括責任者・運営委員会

本拠点化構想の運営に関する重要決定を行う「運営委員会」を設け、その委員長を統括責任者である大阪大学総長が務める。委員としては、本拠点化構想に関わる副学長、本構想を推進する各研究領域リーダー、協働機関の責任者、さらに本構想に深く関わる部局の長等が参画する。

(b) 研究推進部門

運営委員会のもとに、総合的な研究開発計画立案、及び本拠点化構想推進を行う「研究推進部門」を設ける。研究推進担当副学長が部門長を務め、四つの領域の研究領域リーダー、及び協働機関からは研究開発の実務者レベルのトップが部門委員として参画し、互いに協議を重ねながら、本拠点化構想の研究及び技術開発全体を統括する。

(c) 管理・研究支援部門（含む事務部門）

総務、経理等の業務を担当する他、広報・イベント運営など本拠点全体の成果をアピールする活動を推進する「管理・研究支援部門」を設ける。

(d) 諮問委員会

産学両分野からの有識者 7 名からなる諮問委員会を設け、定期的に会合を開催し、本拠点化構想の進捗状況の評価、方向性のチェック、本構想の展開に関するコメントなど、さまざまな観点からの示唆をいただき、本構想を成功に導くための諮問を行う。

c. 人材育成

本拠点構想と連動した専門性の高い人材育成の方向として、大阪大学と協働企業は、本構想のもとで共同研究へと発展することを指向しつつテーマ設定を行い、大学サイドからは教員の指導の下に関連研究に携わっている若手研究者、学生達をポストクや特任研究員等の制度のもとで本拠点化構想に参画させ、先端融合領域の将来を担う有能な人材の育成に努める。

4. 具体的な達成目標

a. 3 年目における具体的な目標

生体ゆらぎの計測およびモデル化を追求する。その知見を基にして、ゆらぎを模倣した有機化学的材料開発、及び室温で動作可能な高転移温度のゆらぎ内包材料の開発を開始する。また、生体ゆらぎ及びアトラクター選択の解析に基づいて、柔軟性、自律性、自発性を有する環境情報ネットワークのための要素技術を確立する。同時に、高機能なロボット開発に向けて、アトラクター及びアトラクター選択を用いて環境の変化に対して適応性の高い制御方法を確立する。

b. 8 年目における具体的な目標

数理情報科学・統計物理学・非線形科学的アプローチを通して生体ゆらぎのメカニズムを解明する。その成果に基づく生体機能模倣型の知的人工物としてのセンサ、メモリ素子プロトタイプを開発する。これらのインテリジェントデバイスを有用しながら、高感度のセンサ情報をもとに人体に適応する人工心臓の実現、及び複数の制御階層を持つ複雑な人間型ロボットの実現を目指す。また、環境情報ネットワークのための要素技術を統合した柔軟構造を持つ

ソフトウェア基盤を構築する。

c. 実施期間終了後における具体的な目標

生体を模した知的人工物、情報システム構築に関わる実装技術指針を確立する。その指針のもとで開発したセンサ、メモリ、プロセッサを実用システムに適用し、技術革新を促進する。特に、生体ゆらぎに基づくインテリジェントデバイスと制御方法を組み込んだ新世代の人工心臓の実現、及び環境の変化に対して高い適応性を持つ生体模倣型アンドロイドを実現する。また、確率的動作に基づくプロセッサアーキテクチャを用いて環境情報ネットワークの高効率化を実現する。

5. 実施期間終了後の取組

本拠点化構想が実現すれば、既に述べたような高機能を有する新規の機能材料、インテリジェントデバイス、センサ、アクチュエータ、プロセッサ、情報システム、さらにはそれらを組み合わせた生体模倣型ロボット、生体適応型人工臓器の開発基盤とその実装化技術の開拓へと途が拓かれるもので、その将来性ははかりしれない。

そこで、科学技術振興調整費による支援終了後においても、本拠点化構想における「測る」、「学ぶ」、「創る」、「使う」というサイクルを展開しながら、基礎研究から応用を指向した研究開発、さらには実装技術の高度化へと繋がる真のイノベーション創出を進展させ、高度情報化社会において求められる「ものづくり」、「システムづくり」に貢献することが重要である。そこで、本拠点については、学内処置によるセンター化等、実施期間終了後も活動が継続的に行われるように、大阪大学が全学を挙げて支援する。

6. 期待される波及効果

大阪大学および協力機関からは、本拠点化構想に深く関わる各分野から一線級の研究者が参画する。これらの卓越した研究者群に、計測機器、電子顕微鏡、情報通信、総合電器、医療・医薬、総合ものづくり等、本拠点化構想に深く関連する分野で国際的な企業活動を展開し、該当分野を代表する企業 7 社が協働機関として参画する本拠点化構想は、世界に類を見ない強力な融合領域のイノベーションを起こすに相応しい集団であり、その国際的な波及効果は計り知れないものがある。

7. 実施体制

国立大学時代は、産学連携の体制や研究科間の共同研究体制が十分に整っていない等の問題があったが、法人化を契機として知的財産本部を設置するとともに、事務局に産学連携課を設置するなど、大学として産学連携を推進する体制を強固なものとしてきた。

実施機関である大阪大学では、こういった体制を土台として、協働機関 6 社と連携しつつ、拠点化構想を推進していく。具体的な体制としては、統括責任者である大阪大学早朝の下、運営委員会、研究推進部門委員会、管理・研究支援部門を設置し、運営方針について適時諮問委員会に諮りながら、拠点の形成を進めていくことになる。

《主要な業務参画者》

氏名	所属部局・職名	当該構想における役割
◎鷺田 清一	大阪大学・総長	統括責任者、運営委員会委員長、総括業務
西尾 章治郎	大阪大学・理事（副学長）	研究推進部門長、運営委員、総括業務

○柳田 敏雄	大阪大学生命機能研究科・教授	研究推進副部門長、運営委員、生命領域における研究開発担当責任者
難波 啓一	大阪大学生命機能研究科・教授	生命領域における研究開発、研究推進部門委員
四方 哲也	大阪大学情報科学研究科・教授	生命領域における研究開発
○田中 秀和	大阪大学産業科学研究所・教授	ナノ材料領域における研究開発担当責任者、運営委員、研究推進部門委員
谷村 克己	大阪大学産業科学研究所・教授	ナノ材料領域における研究開発、研究推進部門委員
藤原 康文	大阪大学工学研究科・教授	ナノ材料領域における研究開発
伊藤 正	大阪大学基礎工学研究科・教授	ナノ材料領域における研究開発
原田 明	大阪大学理学研究科・教授	ナノ材料領域における研究開発
○村田 正幸	大阪大学情報科学研究科・教授	情報システム領域における研究開発担当責任者、研究推進部門委員
清水 浩	大阪大学情報科学研究科・教授	情報システム領域における研究開発
尾上 孝雄	大阪大学情報科学研究科・教授	情報システム領域における研究開発
○浅田 稔	大阪大学工学研究科・教授	ロボット領域における研究開発担当責任者、運営委員、研究推進部門委員
石黒 浩	大阪大学工学研究科・教授	ロボット領域における研究開発、研究推進副部門長
澤 芳樹	大阪大学医学系研究科・教授	ロボット領域における研究開発、研究推進部門委員
宮崎 文夫	大阪大学基礎工学研究科・教授	ロボット領域における研究開発
仲島 晶	オムロン（株）・技術専門職	ソフトウェアアルゴリズム開発及び運営委員会委員
佐々木 昌	オムロン（株）・技術専門職	センサ・ハードウェア開発及び研究推進部門委員会委員
三宅 功	日本電信電話（株）・情報流通基盤総合研究所長	環境情報ネットワーク構築技術に関する研究開発、運営委員
上田 修功	日本電信電話（株）・主席研究員	環境情報ネットワーク構築技術に関する研究開発、研究推進部門委員
楠見 雄規	パナソニック（株）・CR&D戦略室長（兼）産学連携推進センター所長	生体ゆらぎの解明と情報技術・バイオ技術融合領域への展開、運営委員
安本 吉雄	パナソニック（株）・技監	生体ゆらぎの解明と情報技術・バイオ技術融合領域への展開、研究推進部門委員
大坪 記一郎	三菱重工業（株）・部長	生体ゆらぎの知的人工物への応用に関する研究、運営委員
中谷 達也	三菱重工業（株）・主席技師	生体ゆらぎ応用におけるハードウェア実現に関する研究、研究推進部門委員
河野 芳明	（株）村田製作所・主席研究員	アクチュエータ材料の構想設計、運営委員
大寺 昭三	（株）村田製作所・上級研究員	アクチュエータ材料の詳細設計、研究推進部門委員
山本 達志	シャープ（株）・所長	ゆらぎの生産技術応用研究、運営委員
石田 淳一	シャープ（株）・主任研究員	ゆらぎの生産技術応用研究、研究推進部門委員
川人 光男	（株）国際電気通信基礎技術研究所脳情報研究所・所長	生命領域における研究開発
村田 勉	（独）情報通信研究機構関西先端研究センター・主任研究員	生命領域における研究開発
妙中 義之	国立循環器病センター・研究評価室長	ロボット領域における研究開発担当

8. 各年度の計画と実績

a. 平成 18 年度

(1) 計画

生命領域では、生体ゆらぎの計測およびモデル化を追求する。特に、生物分子モーターの「熱ゆらぎ」の整流メカニズム、細胞内分子ネットワークの確率的分子情報処理、および脳の認知情報処理に関して「ゆらぎ」を計測し、モデル化をする研究を推進する。それを受けて、ナノ材料領域では、生体のダイナミクスに対応した評価技術の研究開発およびゆらぎの原理を模倣したデバイスの設計を開始する。情報システム領域では、生命領域のモデル化過程と連携を密にし、生命体の柔軟性、自律性、自発性の原理を解析し、その原理に学んだ、情報ネットワーク制御の要素技術に関する研究開発を推進する。ロボット領域では、生体機能模倣型の高機能なロボット開発に向け、生命領域のモデル化過程の研究と連携しつつ、環境の変化に対して適応性の高いロボット制御方法に関する研究開発を開始する。これと並行して、「生体ゆらぎ」メカニズムを活かした人工臓器の設計に向けての要素技術に関する研究を開始する。

(2) 実績

(a) 生命領域における研究実績

分子モーターのゆらぎを計測するために、分子モーターナノイメージング顕微鏡装置を構築した。また、細胞内 1 分子イメージング解析用蛍光顕微鏡装置を構築し、従来機種よりも高い SN 比で蛍光 1 分子画像の取得および分子数ゆらぎの計測が可能となった。さらに、時間的分解能の高い非侵襲計測法である脳磁界計測法 (MEG) を用いて、脳活動におけるゆらぎや状態変化を捉えるための実験及び解析システムの開発に着手した。

(b) ナノ材料領域における研究実績

ナノ材料領域では、生体システムのゆらぎを直接計測するための研究開発、および電子回路によるゆらぎ機能の具現化、「ゆらぎ」を活かしたデバイス設計を行った。

(c) 情報システム領域における研究実績

生命体の柔軟性、自律性、自発性の原理を解析し、その原理に学んだ、情報ネットワーク制御の要素技術に関する研究開発を推進した。

(d) ロボット領域における研究実績

生体機能模倣型ロボットの開発、医療分野における人間とロボットの共生システム及び人工臓器の開発に向け、生体ゆらぎメカニズムの工学的モデルへの検討、超複雑機構を有する片腕ロボットの制御手法の検討、細胞分化メカニズムを用いた複数ロボットによる役割分化システムの検討、水圧駆動型アクチュエータシステムを用いた内視鏡手術支援ロボットによる動物実験の実施、動物実験によるゆらぎ成分に関する検証、周波数成分と自律神経系指標についての解析を行った。

b. 平成 19 年度

(1) 計画

生命領域では、平成 18 年度に引き続き、生体ゆらぎの計測およびモデル化を追求する。平成 18 年度に構築した「ゆらぎ」計測用装置の性能最大化・最適化を図り、特に分子モーターの「熱ゆらぎ」整流メカニズム、細胞内確率情報処理、および脳の認知情報処理に関して「ゆらぎ」を計測し、モデル化を行う。それを受けて、ナノ材料領域では、ゆらぎを用いた処理回路系の設計指針を構築する。同時に情報処理デバイス素子化に適した材料開発も行う。情報システム領域では、生物ネットワーク解析に基づいた経路制御、輻輳制御、資源発見制御、セキュリティ制御、障害回復制御等の諸機能に関する研究開発のための検討を

継続するとともに、特にアトラクター選択原理に基づく経路制御の実装を開始し、実証実験に備える。また、ゆらぎ原理に基づいた論理演算素子、回路素子について、決定論的に動作する既存システムとの融合性を確保するインタフェースに関する考察を開始する。ロボット領域では、昨年度の研究成果をふまえ、環境の変化に対して適応性の高いロボット制御方法に関する研究を引き続き行うと共に、実際のロボットに実装していく。また、これらのロボット制御に関する研究と並行して、「生体ゆらぎ」メカニズムを活かした人工臓器の設計に向けて、心臓におけるゆらぎ計測を中心に、研究をさらに深化させる。

(2) 実績

(a) 生命領域における研究実績

分子モーターナノイメージング顕微鏡の改善を行い、時空間分解能は 27kfps で 1.6nm、証明範囲 (及び視野) は従来の $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ 程度から $30 \times 30 \mu\text{m}^2$ へと拡大した。数理モデルによる研究としては、Fokker-Planck 方程式をベースにしたエネルギー論的解析に必要な方法論を構築した。また、細胞内情報分子の多状態性を細胞内で検出するための細胞内 1 分子イメージング解析法を確立した。この解析法を細胞運動の調節に関わる情報分子に適用した結果、細胞内の微小環境によって同じ分子が反応レートを変えることを見いだした。また、細胞における分子情報処理に触発された新しい確率的情報処理手法を松下電器産業株式会社と協働して開発し、論文として公表した。さらに、MEG 信号の複雑さを定量化するための相関次元 (フラクタル次元の一種) 解析法を開発した。

(b) ナノ材料領域における研究実績

ゆらぎデバイスの設計指針の基礎を構築し、物理パラメータの抽出を行った。また、アナログ電子回路により、生体が有する「センサー処理→運動制御」の一連の機能がニューロン型確率共振素子を構成単位として構築可能であることを示した。

(c) 情報システム領域における研究実績

生命体の柔軟性、自律性、自発性の原理を解析し、その原理に学ぶ自己組織型情報ネットワーク制御の要素技術に関する研究を実施し、その実現が十分に可能であることをシミュレーション実験によって立証した。

(d) ロボット領域における研究実績

超複雑多自由度片腕型ロボット、並びにサルモネラ菌の走行メカニズムを模倣した超単純ロボットの双方に有効な制御手法として、アトラクター選択を用いた探索アルゴリズムをシミュレーションにより検証するとともに、両ロボットに実装しその有用性を検証した。そして、複数ロボットシステムにおける役割分化メカニズムに関する研究では、細胞分化メカニズムの最小構成単位を導出し、計算機上でロボットシミュレーションを実施した。また、生体に対して高親和な手術支援ロボットの構築を目指し、改良型アクチュエータシステムを試作し、性能評価するために動物実験を実施した。さらに、ハルパッハ磁石配列を用いたリニアアクチュエータの性能を解析するためにシミュレーションを実施し、その実機を試作した。

c. 平成 20 年度

(1) 計画

本拠点化構想では、生命領域、ナノ材料領域、情報システム領域、ロボット領域の 4 領域で構成される体制の下、各領域がゆらぎを利用した要素技術を探求すべく研究を進めてきた。そして、これまでの 3 年間で明らかになりつつある要素技術を基に、以下に示すような、6 つの融合研究課題を新たに設定した。平成 20 年度からは、これらの融合研究課題を軸に、研究開発活動を進める。

(a) 生体ゆらぎ解析融合研究課題

分子モーター・細胞・脳の各階層において厳密な生体ゆらぎ計測を行うと同時に、数理モデル化を通じた「ゆらぎ利用」の理論的解析を通じ、他の5つの融合研究課題に対して最新の「ゆらぎ利用」のコンセプトを提供する。平成19年度に引き続き、生体ゆらぎの計測およびモデル化を追求する。

(b) 生体型人工筋肉融合研究課題

生命領域、ナノ材料領域、ロボット領域による融合研究テーマとして、生体1分子計測によって得られた筋肉構成要素相互作用に学び、生体運動筋肉の長所を生かした新たなアクチュエータの開発を目指す。

具体的には、まず、(株)村田製作所と共に分子モーターの「ゆらぎ」利用のメカニズムを生かした人工筋肉開発の共同研究を開始する。さらに、三菱重工業と共に、特殊磁石配列を駆動シャフトに用いたリニアアクチュエータの試作を行い、人間の骨格を模倣した片腕ロボットを試作する。

(c) 生体型センサ融合研究課題

確率共振型センサの発展形として、環境の突然の変化にも柔軟に対応できるような、アトラクター選択原理を踏まえた新たな生体模倣型センサの開発を目指す。平成20年度は確率共振素子の主要部分であるノイズ発生素子、閾値判断素子の材料による具現化を目指す。

(d) ゆらぎプロセッサ融合研究課題

細胞内ネットワークにおける分子情報処理や、神経回路網の情報処理に学び、生体型のあらたなゆらぎプロセッサの開発を目指す。平成20年度は、ニューロン型確率共振素子のリング回路をベースにしたゆらぎプロセッサの開発を見据え、主要部分であるノイズ発生素子、閾値判断素子の材料による具現化と、既存CPUとのインタフェースの設計を行う。

(e) 安心・信頼情報システム融合研究課題

(a)(c)(d)の成果を取り込みながら、突然の環境変化にも柔軟に対応可能な生物システムの振る舞いに学ぶ、安心・信頼情報システムの開発を行う。センサネットワーク等のダイナミクスを有する大規模ネットワークを対象として、生物ネットワーク解析に基づいた経路制御、輻輳制御、資源発見制御、セキュリティ制御、障害回復制御等の諸機能に関する研究開発のための検討を継続するとともに、特にアトラクター選択原理に基づくセンサネットワークの経路制御を実装し、実証実験を行うことによって、その実用性を示す。

(f) 安全・親和ロボットシステム融合研究課題

ロボット領域を核とした全領域融合のもと、(1)(2)(3)の成果を取り込みながら、生体ゆらぎを活用したロボット制御、人工臓器、さらには生体模倣型ロボットの開発に至る諸課題に取り組む。これまでのアトラクター選択を用いた超複雑ロボットシステムの制御手法を基に、モーション、デバイスの階層構造を持たせた制御手法の確立を行う。また、同様のアトラクター選択メカニズムを複数ロボットシステムの役割分化に応用する。さらに、アトラクター選択メカニズムを組み込んだ単純な生物模倣型ロボットを開発し、電歪アクチュエータの利用を検討する。加えて、補助人工心臓装の慢性動物実験を行うとともに、臨床下での生体信号の獲得・解析を進める。

d. 平成21年度

(1) 計画

全体的な方針としては、生体のゆらぎ利用メカニズムの解明という基礎的な研究を継続させつつも、注力すべき融合研究課題に集中した研究体制へと見直していく。特に、

本課題の根幹を為す生体ゆらぎ解析、生体型人工筋肉、生体型センサ・プロセッサ、安心・信頼情報システム、安全・親和ロボットシステムの5つの研究課題を強く推進していく。また、ゆらぎ利用技術の中から、より実用化に近いものに焦点をあてて担当協働機関と集中的に協働することで事業化に向けて注力し、基礎研究と応用研究をシームレスにつないだ具体的事例をさらに生み出し続けていくとともに、これまでに確立してきたゆらぎ利用技術の普及に努めることとする。

(a) 生体ゆらぎ解析融合研究課題

分子モーターに関しては、「熱ゆらぎ」整流メカニズムとしての歪みセンサの実験データの蓄積、および定量的に妥当といえる数理モデルの構築を行う。また、細胞レベルではゆらぎ分子を要素として情報処理システムが自律的に組織化される仕組みを明らかにし、脳レベルでは隠し絵認識の心理実験データの解析および新たな数理モデルを構築する。

(b) 生体型人工筋肉融合研究課題

村田製作所と共に人工筋肉開発の共同研究を開始し、アクチュエータの試作を行う。また、三菱重工業とともに、高効率でコンプライアンス特性を持つリニアアクチュエータの改良とともにこれを利用した腕型ロボットの試作を行う。

(c) 生体型センサ・プロセッサ融合研究課題

確率共振型センサの発展形として、アトラクター選択原理を踏まえた新たな生体模倣型センサの開発を行う。また、ゆらぎを本質的に用いる新たな確率的情報処理手法を確立し、生体型のあらたなゆらぎプロセッサの開発を行う。さらに、情報システムへのハードウェア実装を視野にいれ、オムロン株式会社と機能材料デバイスの開発を進める。

(d) 安心・信頼情報システム融合研究課題

生物ネットワーク解析に基づき、ゆらぎを用いた情報ネットワーク制御に関する研究を推進する。日本電信電話株式会社とは時空間的にダイナミックに変動する環境情報ネットワークの基盤構築に関する研究を推進し、オムロン株式会社とは集積センサを多数用いて構築されるセンサネットワーク技術の開発ならびにセンサネットワークを用いた環境制御技術の開発に着手する。

(e) 安全・親和ロボットシステム融合研究課題

アトラクター選択メカニズムに基づく制御法の研究を行い、多自由度の複雑な構造を持つロボットに対する制御法の開発、多数ロボットによる協同作業における自律的な役割割り当てアルゴリズムの開発、バクテリアを模倣したシンプルな生物模倣型ロボットの開発や多数の並列したアクチュエータからなるシステムの制御法の検討を行う。

e. 平成22年度～25年度

(1) 計画

(a) 生体ゆらぎ解析融合研究課題

これまでの研究を引き継ぎ、より高分解能な計測技術を開発すると共に、より精密なモデル化を目指す。

(b) 生体型人工筋肉融合研究課題

人工アクチュエータ開発を促進し、変位量、変位スピード軸並行方向引っ張り弾性率の向上を図る。

(c) 生体型センサ・プロセッサ融合研究課題

センサ開発を継続し、信号雑音比が1程度の入力信号を50程度へ増幅する、イズアシスト型センサの実現を目指す。また、ゆらぎの原理を用いた確率的情報処理手法を確立、生体型の新たなゆらぎプロセッサを開発する。

(d) 安心・信頼情報システム融合研究課題

ゆらぎを利用した情報システムのためのソフトウェア基盤を確立する。1万ノード規模、5%の故障率におけるス

リー・ナイン(99.9%)の稼働率達成を目指す。

(e)安全・親和ロボットシステム融合研究課題

人工筋肉アクチュエータを利用し、低消費電力で高機能な人工生物の実現を目指す。また、1週間以上の独立稼働ができる人工心臓の実現を目指す。

e.平成25年度～28年度

(1)計画

(a)生体ゆらぎ解析融合研究課題

平成22年度～25年度と同様。

(b)生体型人工筋肉融合研究課題

人工アクチュエータ開発では、平成24年度の数値目標を、素子故障率10%において実現することを目指すと共に、製品化を視野に入れた開発を行う。

(c)生体型センサ・プロセッサ融合研究課題

平成24年度数値目標の10倍の性能の実現を目指すと共に、製品化を視野に入れた開発を行う。

(d)安心・信頼情報システム融合研究課題

ゆらぎプロセッサを用いた超高効率実装を行い、従来ソフトウェア比1万倍の効率を達成する安心・信頼情報システムを構築、さらにそのための開発技術指針を確立する。具体的には、1万ノード規模のネットワークにおいて、20%の故障率におけるスリーナイン(99.9%)の稼働率達成を目指す。

(e)安全・親和ロボットシステム融合研究課題

安全で人と親和性の高い全身型(60自由度)のロボットを開発しその制御法を確立すると共に街環境下でのロボット100台による役割分化ロボットシステムの実現を目指す。内視鏡手術支援ロボットについては、阪大病院と連携した検証実験をすすめ、10年後の実用化を目標とする。ゆらぎを用いた生体親和型人工心臓の研究開発では、6年以上継続装着可能な人工心臓の実現を目指す。

9. 年次計画

項目	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度
<p>●拠点化構想</p> <p>○生命、ナノ材料、情報システム、ロボットの各領域における研究開発</p> <p>○生体ゆらぎ解析、生体型人工筋肉、生体型センサ・プロセッサ、安心・信頼情報システム、安全・親和ロボットシステムの各融合研究課題における研究開発</p> <p>○プロジェクトの企画・運営</p>	737 百万円	692 百万円	834 百万円	175.1 百万円	
<p>●調整費充当計画</p> <p>○生命、ナノ材料、情報システム、ロボットの各領域における研究開発</p> <p>○生体ゆらぎ解析、生体型人工筋肉、生体型センサ・プロセッサ、安心・信頼情報システム、安全・親和ロボットシステムの各融合研究課題における研究開発</p> <p>○プロジェクトの企画・運営</p>	324 百万円	317 百万円	378 百万円	71.2 百万円	
調整費充当計画	324 百万円	317 百万円	378 百万円	53.8 百万円	
総計	754 百万円	711 百万円	877.5 百万円	177.7 百万円	
うち調整費分	324 百万円	317 百万円	378 百万円	53.8 百万円	

10. 諮問委員会

委員	所属	備考
○金森 順次郎	(財) 山田科学振興財団 理事長	
岸 輝雄	(独) 物質・材料研究機構 理事長	
郷 通子	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 理事 (非常勤)	
坂内 正夫	大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 理事、国立情報学研究所 所長	
土井 美和子	(株) 東芝 研究開発センター 主席技監	
柘植 綾夫	芝浦工業大学 学長	
中西 重忠	(財) 大阪バイオサイエンス研究所 所長	