

同志社大学 研究開発推進機構「研究センター」研究経過・成果報告書

2006年 4月12日

研究センター名 (英 文 名)	バイオミメティックス研究センター Biomimetics Research Center			
研究センター長	(所属) 工学部 (氏名) 加納 航治	(職名) 教授		
設 置 期 間	2003年 4月 1日 ~ 2008年 3月31日			
共同研究組織の形成状況				
研 究 者 名	研究機関・所属・職名	専門分野	役割分担	エフォート (%)
学内共同研究者 加納 航治	工学部・教授	超分子化学、分子認識、人工酵素	研究代表者	25
伊藤 嘉彦	工学部・客員教授	有機合成、有機金属	生体模倣化学	20
水谷 義	工学部・教授	分子認識、ゲノム化学	生体模倣化学	40
太田 哲男	工学部・教授	有機合成、不斉合成	生体模倣化学	20
船引 卓三	研究推進機構・客員フェロー	生物無機化学、人工酵素	生体模倣化学	50
小寺 政人	工学部・教授	生物無機化学、人工酵素	生体模倣化学	20
塚越 一彦	工学部・教授	分析化学、生体模倣分析化学	生体模倣化学	20
上野 正勝	工学部・教授	物理化学、高圧溶液化学	生体模倣化学	20
伊吹 和泰	工学部・教授	物理化学、拡散過程のシミュレーション	生体模倣化学	20
近藤 和生	工学部・教授	バイオテクノロジー、生物化学工学	生体模倣化学	20
松本 道明	工学部・教授	バイオテクノロジー、生物化学工学	生体模倣化学	20
田坂 明政	工学部・教授	電気化学、フッ素化学	生体模倣機械工学	20
井上 望	工学部・教授	人工臓器、人工骨	生体模倣機械工学	20
横川 隆一	工学部・教授	力学運動のシミュレーション、	生体模倣機械工学	20

力丸 裕	工学部・教授	ロボット工学 聴覚生理	生体模倣知識工 学	20
三木 光範	工学部・教授	バイオインフォ ーメティックス	生体模倣知識工 学	20
廣安 知之	工学部・助教授	バイオインフォ ーメティックス	生体模倣知識工 学	20
学外共同研究者 下原 勝憲	ATR ネットワーク情報学研究 所・所長	人工脳	生体模倣知識工 学	5
田谷 稔	ワシントン大学・機械工学科・教 授	インテリジェン トアクチュエー ター、バイオア クチュエーター	生体模倣機械工 学	5

共同研究組織の形成状況	
研究機関名	役割分担
共同研究機関 (1) ATR ネットワーク情報学研究所 (2) ワシントン大学	人工脳に関する研究 ソフトアクチュエータに関する研究
形成した共同研究組織の特徴 共同研究を遂行・進展するための体制、研究者の学内外のバランス、研究者のレベルのバランスなどについて記入してください。 生体模倣化学(Biomimetic Chemistry Group)、生体模倣機械工学(Bioinspired Mechanics Group) 模倣知識工学(Bioinformation Group)の3つの異なる研究分野を組織し、それぞれの班の班長を軸にして、班内の分野間の連携を図るとともに、ワークショップなどを通して班間の共同研究も実施しやすい組織作りをおこなった。化学、機械工学、情報科学の3つの異なる分野の研究間で、短期間のうちに密接な共同研究体制を確立することは困難と考え、まずは同じ研究班内での共同研究体制を充実させることに重点を置いている。合同ワークショップ等を通して、班間の共同研究も可能になりつつあり、徐々にではあるが学際研究の芽が芽生えつつある。	
有機的連携 研究者相互の有機的な連携が保たれ、活発な研究活動が展開されるネットワークが形成されているかについて記入してください。 (1) Bioinspired Mechanics 班では、材料科学的な研究に生物のアイデアを取り入れており、化学との関係も深いことから、互いに情報交換を行いながら、ワークショップ開催などを通じて共同研究を模索している。 (2) Bioinformation 班における脳や遺伝子をモデルとする情報処理は、タンパク質構造解析などに強力な手法を提供するのみならず、機械工学や化学の新しい領域形成にも寄与しうるものであり、研究会などを通じて情報交換を行っている。Bioinformatics の分野で Biomimetic Chemistry 班との連携が進みつつある。 (3) Biomimetics chemistry の異なる研究室で共同で学生を交えた検討会を行い、より広い視点から学生の指導や研究を遂行できる体制を整えている。	
人材の育成 若手研究者が有為な人材として活躍できるような仕組みを措置し、機能しているか、大学院生・PDの育成・活用状況も含めて記入してください。 (1) 大学院後期課程の学生に対して、その研究成果を発表する講演会を開催し、その中から特に優れた業績を挙げつつある学生に対して、バイオミメティクス研究センターから BMRC Award を授与し、大学院生の研究を奨励している。 (2) 大学院生などが世界最先端の研究に生でふれ、触発されるように、バイオミメティクス研究センターが主催する国際会議を開催し、積極的に参加し、討議するように薦めている。 (3) 大学院生が外国で行われる国際会議に積極的に出席し、研究発表することを奨励している。	

<p>当初研究計画の実施状況</p>
<p>研究目的 設置申請書に記載した研究目的を記入してください。 (研究目的の学問分野、意義、特色、重要性、発展性) 化学、機械工学、情報科学のそれぞれの分野において、自然・生物から学んだ科学を人類に役立つテクノロジーへと発展させることによって、新しい学問領域の創成、新産業の創出を目指す。自然に学ぶ工学としてのバイオメティックスは、これまで、化学、機械工学、情報科学などのそれぞれの分野において独立して発展してきた。しかし、人工酵素、人工器官、人工脳、ロボットなどは典型的な学際領域分野である。生体機能を理解し、それを工学へと応用するためには、あらゆる工学分野を総動員する必要がある。バイオメティックスは正しく学際領域分野であり、分野を超えた領域での研究からはじめて新しい工学が生み出せる。バイオメティック研究センターは、日本で唯一のバイオメティックの研究教育拠点として、ゲノム化学、人工酵素化学、生体模倣機械工学、生体模倣情報科学の新しい領域を開拓する。</p>
<p>実施計画 設置申請書に記載した実施計画を記入してください。 (研究目的を達成するための各年次の事業の実施計画) 以下の各テーマに関して研究を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) DNA塩基配列選択的な検出試薬の開発 2) キャピラリー電気泳動によるDNAの結合分子のコンピケム的検索 3) リン酸加水分解酵素のモデル化反応 4) 超単純酵素モデルの開発 5) インテリジェントバイオインスパイアドマニュピュレータの開発 6) ヒトの動きの精密な解析とシミュレーション 7) 知能情報科学を手法とする脳やコンピュータ開発の基礎研究 8) 進化的計算法を用いたタンパク質の三次元構造予測
<p>当初の研究計画に対する進捗状況 研究センター設置当初の研究目的に沿って、実施計画は着実に進展しているか、研究経過・進展状況を、各年度ごとに記入してください。また、今後実施する研究計画及び将来の課題とその解決策についても記入してください。</p> <p>2003年度</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) シクロデキストリンとポルフィリンが水中で高い平衡定数で錯形成することを見いだした。 2) ポルフィリンの共役酸化反応について検討し、新しいピリンジオンの合成方法を開拓した。 3) P1ヌクレアーゼモデルとしての三核亜鉛錯体を合成し、リン酸ジエステルの加水分解を触媒することを見いだした。 <p>2004年度</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) 親指と示指で物をつかみ操作することを模倣することによってヒトの動作を助けるロボットを開発した。 5) コウモリの生物ソナー機構が、パルスとエコーの周波数差を用いていることを明らかにし、神経系に習った効率のよいアルゴリズムとなることを見いだした。 <p>2005年度</p> <ol style="list-style-type: none"> 6) シクロデキストリンと鉄ポルフィリンからなる超分子が、水中の選択的イオン検出試薬となることを見だし、特にアジドイオン検出試薬として実用化された。 7) 進化・創発を利用した分子コンピューティングとして、細胞の生化学反応に基づくキナーゼコンピューティングを提案し、“生きた”細胞を計算機構とする並列計算法の可能性を示した。

<p>当初研究計画の実施状況</p>
<p>主な論文・著書等の発表状況</p> <p>論文名、主著者名、学協会誌名、巻、号、最初と最後の頁、発表年月(西暦)の各項目について、代表的なものを5編以内で記入してください。</p> <p>1) Anion Binding to a Ferric Porphyrin Complexed with Per-<i>O</i>-methylated β-Cyclodextrin in Aqueous Solution, K. Kano, H. Kitagishi, S. Tamura, A. Yamada, <i>J. Am. Chem. Soc.</i>, 126, 15202-15210 (2004).</p> <p>2) “人間とロボットの協調作業系におけるロボットのインピーダンス制御の安定性解析に関する一考察”, 積際徹、淵上康徳、神吉厚之、横川隆一、吉田和信日本機械学会論文集(C編), 71(707), pp. 2267-2272 (2005)</p> <p>3) Dependency of the interaural phase difference sensitivities of inferior collicular neurons on a preceding tone and its implications in neural population coding, S. Furukawa, K. Maki, M. Kashino, H. Riquimaroux, <i>J. Neurophysiol.</i> 93, 3313-3326 (2005)</p> <p>4) "遺伝的アルゴリズムを用いた適応的温度スケジュールを持つ並列 SA", 輪湖純也, 安藤景子, 廣安知之, 三木光範, 情報処理学会 論文誌: 数理モデル化と応用, 47, NO. SIG 1(TOM14), 1-11 (2005)</p>
<p>学会・会議における発表状況</p> <p>国内外の学会・会議での研究成果の公表状況について、発表者名、発表標題、学会・会議名、発表年月日、開催地の各項目を記入してください。</p> <p>1) M. Itoh, M. Kodera, K. Kano, “Diiron(III) complexes of new dinucleating ligands having two amino acid moieties as models of soluble methane monooxygenase”, 7th European Biological Inorganic Chemistry Conference, 2004, Aug 29-Sep 2, Garmisch-Partenkirchen, ドイツ.</p> <p>2) K. Shimohara, “Evolutionary Systems as Artificial Life-Oriented Technologies”, 2004 Int. Workshop on Nature Inspired Computation and Applications (IWNICA '2004), 2004.10, 25-9, Hefei, Anhui, 中国.</p> <p>3) A. Tasaka, T. Miyazaki, A. Mimoto, S. Nagamine, and M. Inaba, “Measurement and thermodynamic analysis of M/MF_n (M = Fe and Ni) electrode potentials in a few fluoride melts containing HF”, 7th International Symposium on Molten Salt Chemistry and Technology, 2005. 8. 29, Toulouse, France.</p> <p>4) E. Kamio, H. Miura, M. Matsumoto and K. Kondo, “Extraction Mechanism of Metal Ion at Interface between Aqueous and Organic Phases in High Concentration Range of Extractant”, The 7th World Congress of Chemical Engineering, 2005. 7. 10-14, Glasgow, イギリス</p>
<p>研究会・講演会等の開催状況</p> <p>研究会・講演会等による研究成果の公開状況について、開催時期、開催場所、名称、参加人数、主な招待講演者等の各項目を記入してください。</p> <p>1) 2004年3月18日、同志社大学(情報メディア館)、第二回バイオミメティックスコンフェレンス、参加人数 100名、主な講演者 三木光範、松本道明</p> <p>2) 2004年11月19-20日、同志社大学(寒梅館)、1st Biomimetics International Conference, Doshisha, 参加人数 200名、主な招待講演者 Jonathan Sessler, Andre Mortreux</p> <p>3) 2004年12月4日、同志社大学(恵道館)、BMRC Award 博士後期課程学生研究発表会および学術講演会、参加人数 50名、主な講演者 西谷孝子、黒田裕久</p> <p>4) 2005年9月7-8日、ワシントン大学、シアトル、University of Washington-Doshisha University Joint Workshop on Biomimetics, 参加人数 50名、主な講演者 Tomikazu Sasaki, Niels Andersen, Erkang Fan</p> <p>5) 2005年12月3日、同志社大学(恵道館)、Biomimetics Research Center International Workshop, 参加人数 100名、主な招待講演者 Yoshinori Naruta, Marius Reglier, Shinobu Itoh</p>

当初研究計画の実施状況							
研究費の内訳							(単位:千円)
項目	費目・名称	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	合計
学内研究資金 主な使途内訳	客員フェロー人件費	3,600	3,000	3,000	2,400		12,000
	印刷製本費	10	1,212	764	300		2,286
	旅費交通費	191	0	746	3,000		3,937
	謝礼	1,383	2,183	399	100		4,065
	機器備品費	0	655	0	0		655
	その他	23	942	23	600		1,588
学内資金	小計	5,207	7,992	4,932	6,400		24,531
学外研究資金 主な受入資金	科学研究費補助金 奨学寄付金	15,400	14,800	17,100			47,300
研究資金	合計	20,607	22,792	22,032	6,400		71,831
執行の妥当性 研究費は効率的・効果的に使用されているか、重点化を行った場合はその根拠、研究者間の配分の適切性などについて記入してください。							
教育・研究への貢献状況							
同志社大学の教育活動との関連性 研究センターの研究成果について、本学の教育活動へ還元された事項、あるいは、今後貢献が期待される事項があれば、記入してください。(例えば、教育課程の多様化、豊富化への寄与、あるいは、展開の可能性など。) 同志社大学では、歴史的に教育・研究の国際化に力点を置いている。バイオメテックス研究センターでも、設立当初から、教育・研究の国際化を大きな目標として掲げており、外国人講師による講演会、国際ワークショップあるいは国際シンポジウムの開催などを積極的に行っている。さらに、外国の2つの大学(ポールセザンヌ大学とリール化学高等専門学院)との学術交流協定が2005年度に締結され、交換留学生の受け入れも決定している。これらは、同志社大学大学院学生にとっても、よい刺激となり、教育の国際化および教育レベル向上に役立っている。							
同志社大学の研究活動との関連性 研究センターの研究成果について、本学の研究活動へ活用された事項、あるいは、今後貢献が期待される事項があれば、記入してください。(例えば、研究領域の多様化、豊富化への寄与、あるいは、創出の可能性など。) バイオインフォマティックスのグループの廣安、三木らは、超高速演算機能を有するコンピュータシステムを開発し、それをういたタンパク質の構造解析を行うプログラムを開発した。この研究成果は、ポストゲノム時代に注目されているタンパク質の化学に大きな寄与をすることが期待される。 バイオメテックスケミストリーとバイオインスパイアードメカニックスの研究グループでは、人工タンパク質、人工血液、人工臓器、ソフトアクチュエーターなどを通じて医工学、医科学のシーズを提供しうる成果を生み出しつつあり、同志社大学の理工系分野の研究領域をより豊富なものに寄与している。							

<p>専門的及び社会的な評価</p>
<p>関連する学会等での研究センターに対する評価</p> <p>関連する学会を列挙し、これらの学会が研究センターの研究活動に対してどのような評価を行っているのかを記入してください。また、産官学連携の視点からの評価があればあわせて記入してください。</p> <p>「自然の叡智に学ぶものづくり」をキーワードとする COE(Center of Excellence)として名古屋大学や大阪大学が大学院教育の重点化を目指しているが、これらの大学からも、本学のバイオミメティクス研究センターの活動は注目されている。また、積水化学の自然に学ぶものづくり研究助成プログラムも同様の指針で、企業の立場からバイオミメティクスに注目しており、これらの研究組織との情報交換や学会の共催などを行っている。</p>
<p>学内外に与えたインパクト並びに社会的な評価</p> <p>学内外にどのようなインパクトを与えたか、また、社会的評価として、新聞、雑誌、TVニュース等に取り上げられたことがあれば、当該記事の切り抜きの添付又は報道内容の概要を記入してください。</p> <p>1)加納航治の研究室で開発されたミオグロビンというタンパク質の機能を再現したヘモ CD は、2004年10月1日の日刊工業新聞にて、人工血液運搬物質として紹介され、人工血液としての応用が期待されている。</p> <p>2)横川隆一の研究室で開発された介護ロボットは、2005年1月1日の読売新聞の産学連携の記事で取り上げられ、人のねらいを読み取って、人のように動くロボットとして紹介されている。</p>
<p>新たな学問領域等の創出</p>
<p>研究活動による新たな学術的知見の創出</p> <p>これまでの研究活動により、独創性・新規性を格段に発展させる研究成果の創出の可能性、あるいは学問的及び学術的な新たな知見の創出について記入してください。</p> <p>バイオミメティクスの考え方は、化学、機械工学、情報科学、電子工学などの諸分野に浸透しつつあるが、これまでの研究活動により、医学分野で必要な材料である血液や臓器の代替物、さらには、介護ロボットなどのヒトの能力をアシストする機器、また、バイオミメティックな意味での人工頭脳の開発などのそれぞれの分野において、新たなシーズとなるような研究成果が得られつつある。これらは、医工学、ナノテクノロジーとも深い関係にあり、工学諸分野の新たな再編を示唆するものである。</p>
<p>研究成果の活用の見通し及び副次的効果</p> <p>これまでの研究活動により、新たな研究領域や新たな学会組織の創出の可能性あるいは当該研究分野及び関連研究分野への影響力・貢献度について記入してください。</p> <p>1)加納航治の研究室で開発されたミオグロビンというタンパク質の機能を再現したヘモ CD は、人工血液としての応用以外に、水中でアジドイオンを極めて高い選択性で検出する初めての分析試薬としての実用化もなされている。</p> <p>2)Bioinformatics の分野で開発されている並列計算と遺伝型アルゴリズムによるタンパク質の構造計算プログラムは、ポストゲノム時代に注目されているタンパク質の構造・機能に関して、新しい研究手法を提供し、医薬品の開発などに大きな影響を与えるものと考えられている。</p>