



21世紀COEプログラム



動的機能機械システムの数理モデルと設計論

—複雑系の科学による機械工学の新たな展開—

京都大学

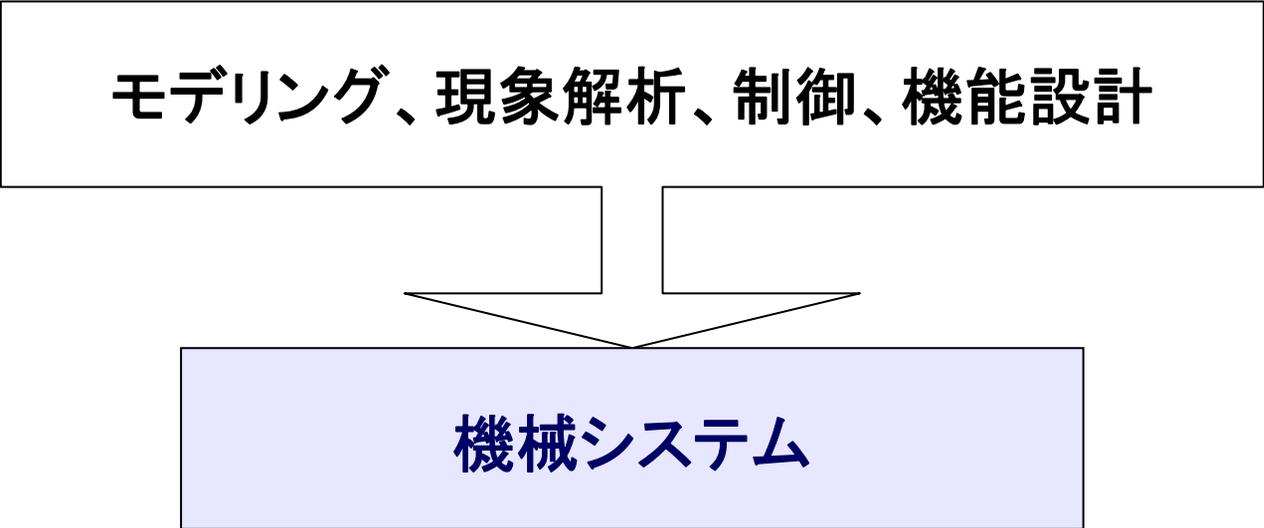
工学研究科 機械工学専攻、機械物理工学専攻
精密工学専攻、航空宇宙工学専攻

情報学研究科 複雑系科学専攻
国際融合創造センター

拠点リーダー 土屋和雄(工学研究科 航空宇宙工学専攻)

機械工学

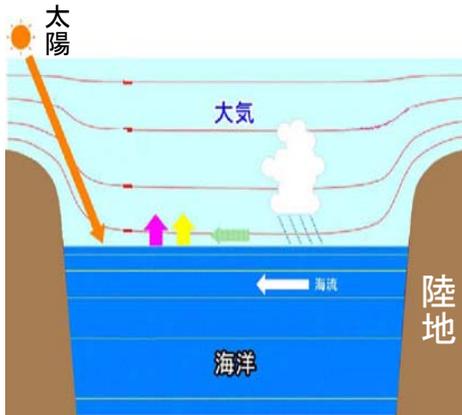
モデリング、現象解析、制御、機能設計



機械システム

機械システムは複雑化している

複雑な機械システム



大気-海洋システム

- ・長期気象変動の予測
- ・大規模複雑な熱・流体システム
- ・予測のための高精度縮約モデル



機械システム

- ・高精度・高速機能から適応機能へ
- ・多様な運動形態の実現
- ・多自由度非線形システムの制御

複雑な機械システムを対象とした機械工学の展開

複雑系科学

- 複雑システム
 - 非線形相互作用をする多数の要素から構成
 - 不安定な内部構造が存在する
 - 動特性と機能
 - 秩序形成： 秩序構造の自発的形成
 - 機能創発： 秩序形成を介した高度な機能の発現
- 複雑系科学で開発された概念と解析方法は複雑な機械システムを対象とした機械工学の基本概念および解析法として有効である

研究目的

機械工学と複雑系科学の研究者の
基礎研究型共同研究により
「複雑系機械工学」の展開をはかる

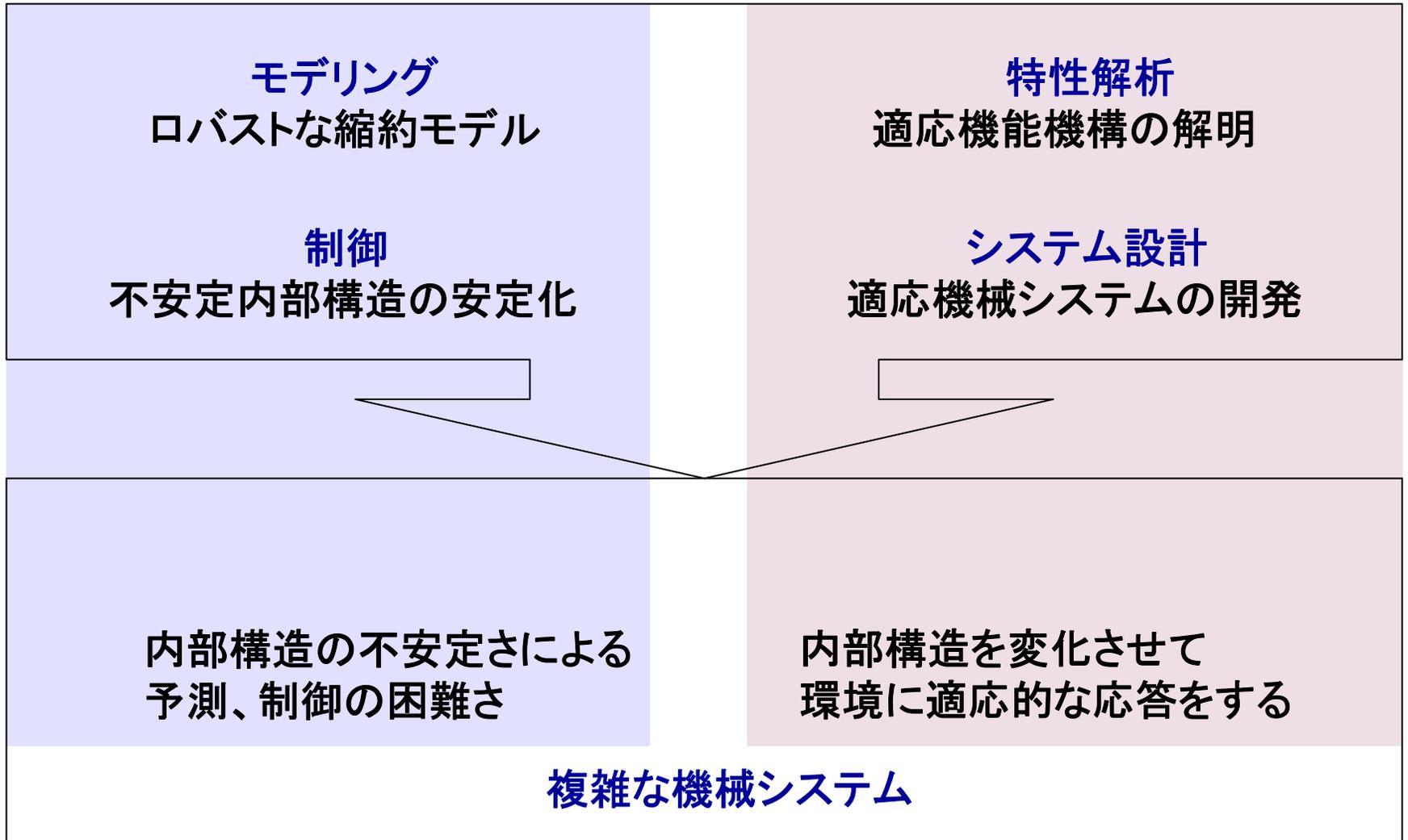
1. 機械工学

複雑系の科学で開発された新しい解析法、概念を基に、複雑な機械システムを対象とする機械工学「複雑系機械工学」の展開をはかる。

2. 複雑系科学

「複雑系機械工学」の基礎数理的研究をおこない、あわせて複雑系科学の新しい展開をはかる。

複雑系機械工学



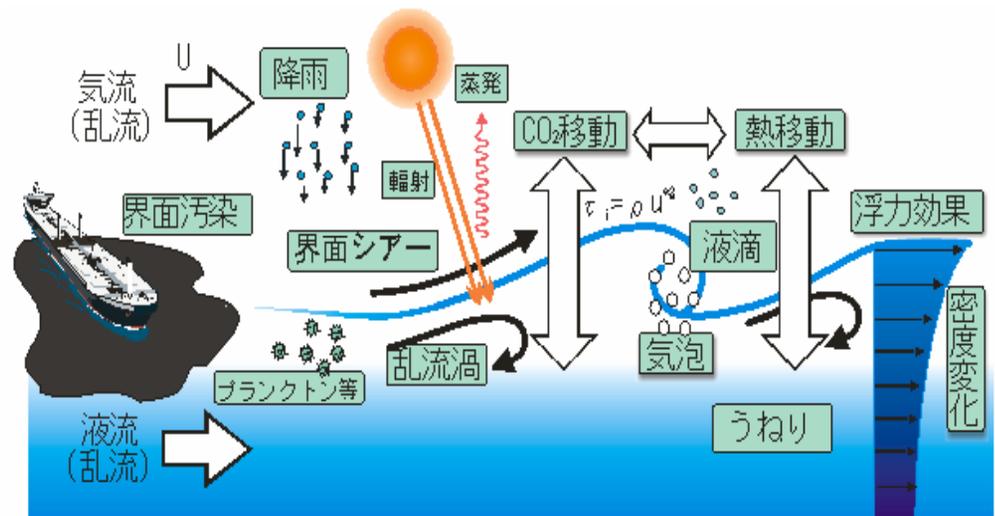
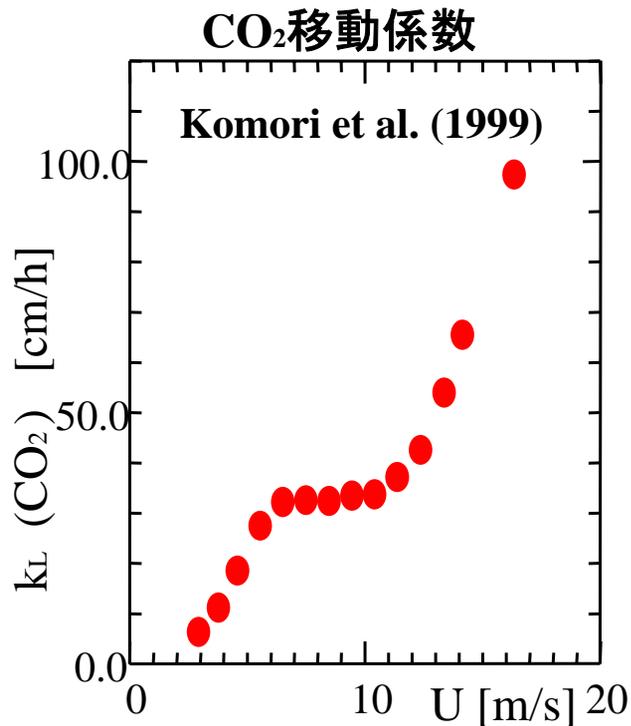
研究課題(1) 複雑機械システムのモデリング

複雑システムは、内部構造の不安定性のため
予測・制御が困難である。
予測・制御のための縮約モデルの開発をおこなう。

研究テーマ

1. 大気・海洋面における乱流輸送現象の解明と
長期気象変動予測のための大気・海洋モデルの開発
2. 乱流構造の力学系の理論による解明と
乱流制御のための低次元化モデルの構築

乱流輸送現象の解明と大気・海洋システムモデル



・研究方法

- (1) 基礎実験にもとづく大気・海洋間の熱・物質輸送モデルの開発
- (2) それを用いた大気・海洋システムモデルの開発と信頼性の高い気候変化予測

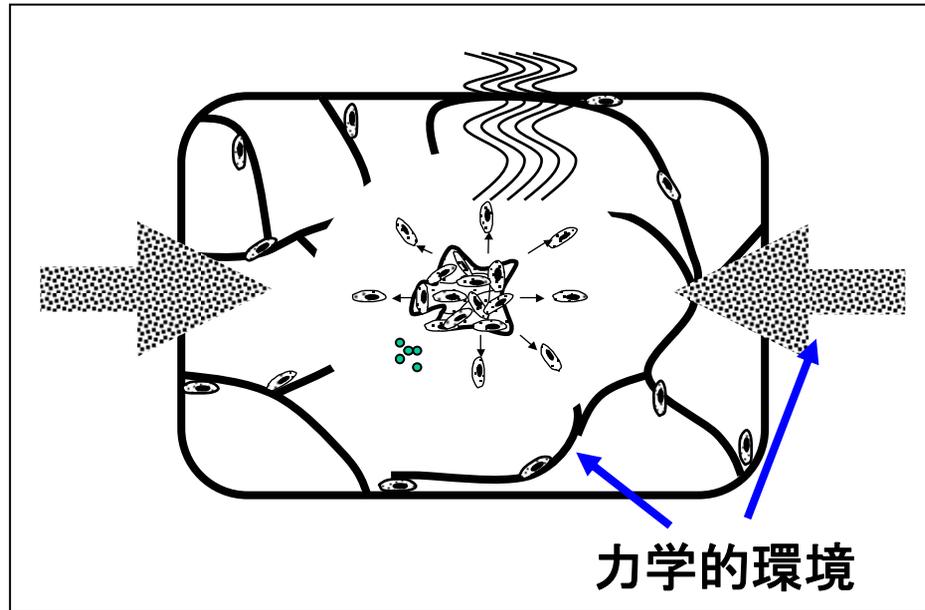
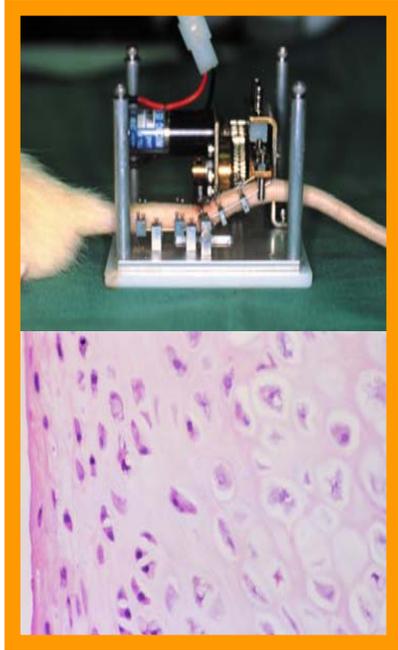
研究課題(2) 複雑機械システムの機能解析

複雑システムは、内部構造を変えて環境に対して
応答する「適応機能」を持つ。
環境に対する適応機構の解明をおこなう

研究テーマ

1. 骨組織系の力学環境に対する適応機構の解明と
マルチスケールモデルの構築と
軟骨再生技術への応用
2. 神経回路網の情報処理機能の解析

生体材料の力学環境適応機構の解明



・ 研究課題

- (1) 生理実験に基づく骨組織のマルチスケールモデルの開発
- (2) 力学環境適応機構の解明、及び再生医工学への応用

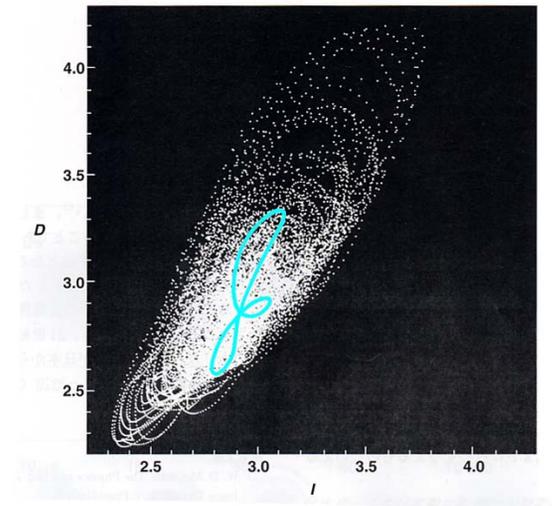
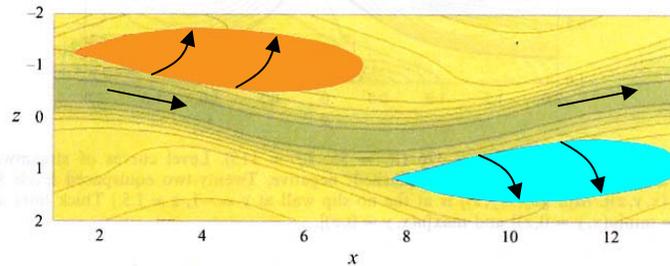
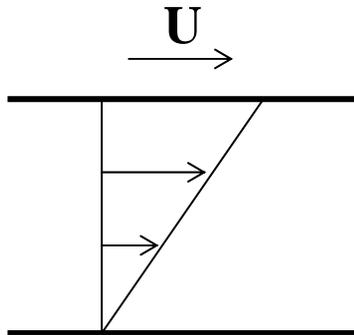
研究課題(3) 複雑機械システムの制御

複雑システムは内部構造の不安定性のため
制御が困難である。
不安定内部構造の安定化による複雑システムの安定化
制御を行う。

研究テーマ

1. 不安定リミットサイクルの安定化による
乱流の安定化制御
2. 学習制御を用いた無人ヘリコプターの自律飛行制御

乱流構造の解明と乱流制御



・平面クエット乱流の不安定リミットサイクル

・ 研究課題

- (1) 乱流構造を解明し、低次元化モデルを構築する.
- (2) 低次元化モデルをもとに、乱流制御を行う.

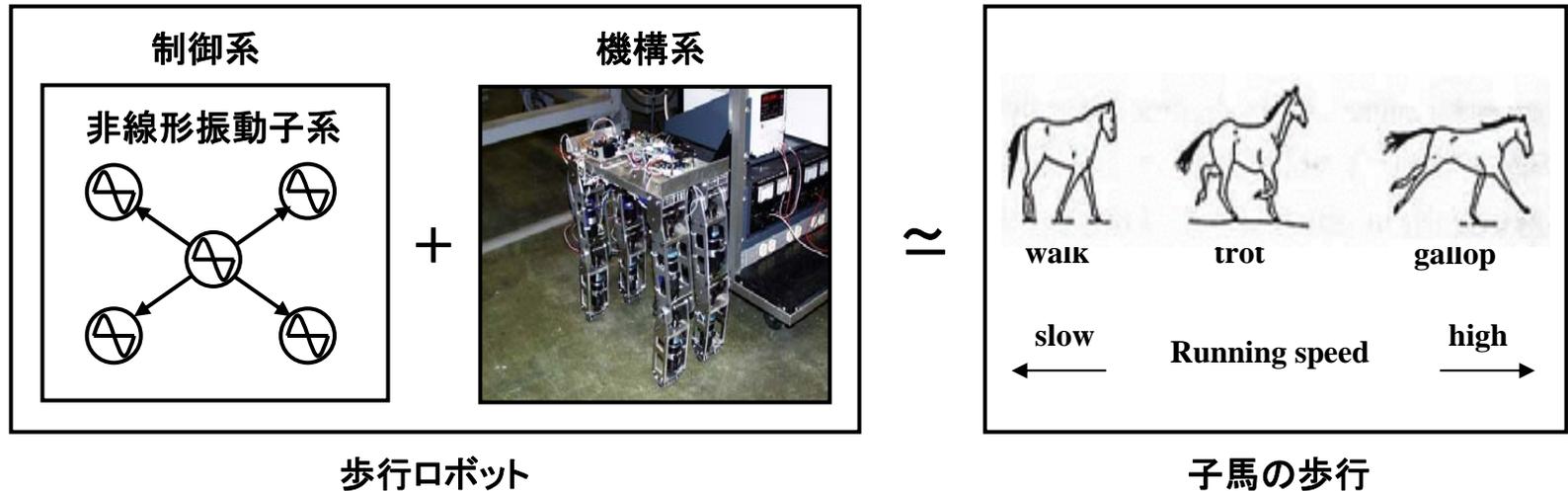
研究課題(4) 適応機械システムの設計論

内部構造を変化させることにより環境に対して適応機能を実現する適応機械システムの設計論とシステム開発を行う。

研究テーマ

1. 運動パターンの自発的形成機能を持つ自律行動ロボットの開発
2. 操作者、対象プラント双方に対し適応機能を持つインターフェースシステムの開発

秩序形成に基づく適応的運動機能の実現



・研究方法

- (1) 制御系と機構系の結合ダイナミクスにおける歩行パターンの自発的形成を用いた適応的歩行機能の実現

研究課題(5) 複雑系の数理

複雑システムにかかわる物理現象には従来の解析法では解析できない現象がある。確率解析にもとづく新しい解析手法を開発する。

複雑システムの振る舞いを記述する大規模モデルのモデル縮約法を開発する。

研究テーマ

1. フラクタル解析とそれにもとづくモデル化法
2. 動的縮約、漸近解析にもとづくモデル縮約法
3. パターン形成の数理解析
4. 逆問題解析の理論と其の数値解析法の開発

組織運営方針

COEプログラムは基礎研究型共同研究

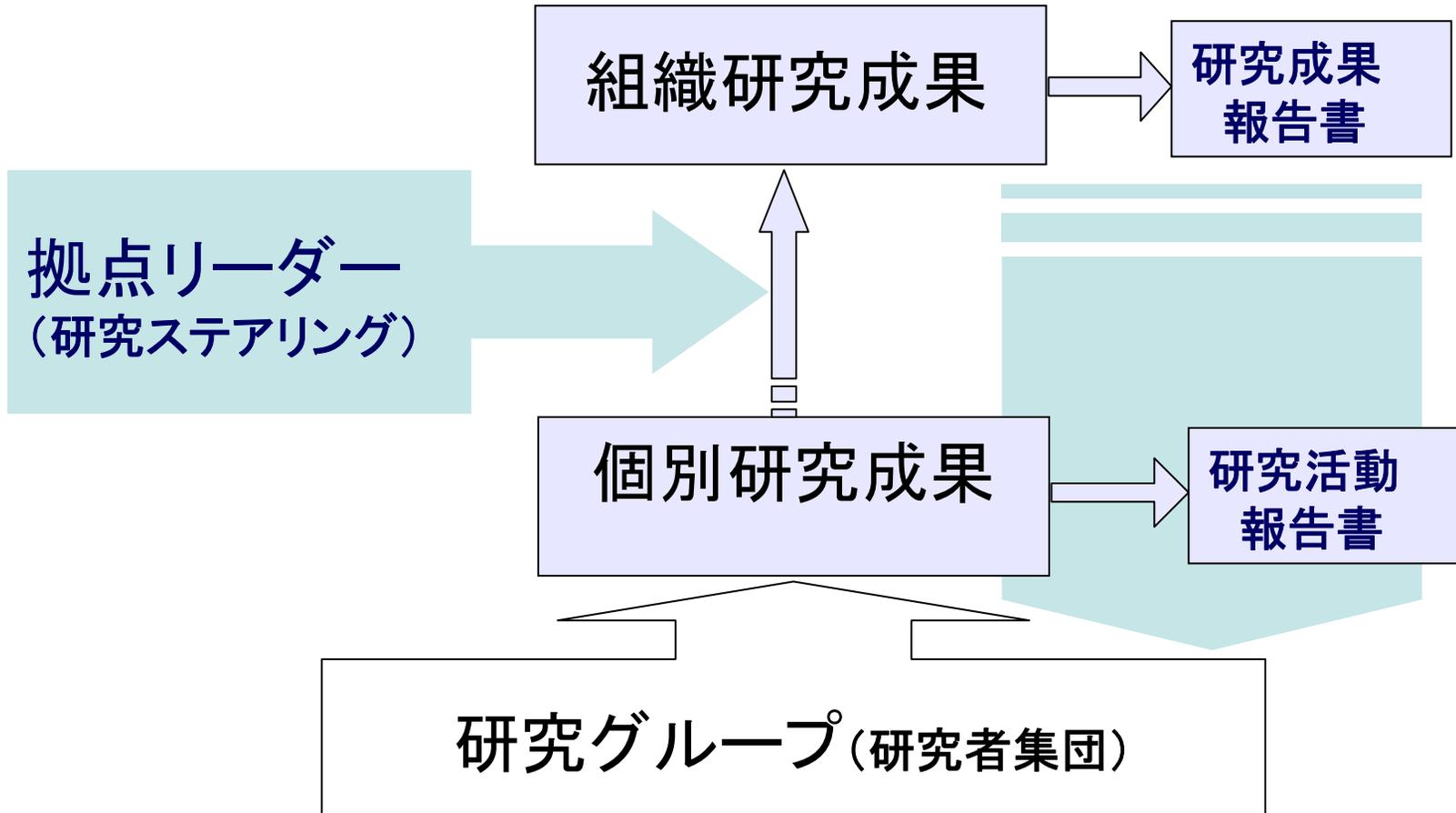
- ・基礎研究型共同研究

- (1) 共通な問題意識,
- (2) 活発な研究交流、緊密な情報の交換
- (3) 多様な研究対象、自由な発想

- ・プロジェクト型共同研究

- (1) 研究課題の設定
- (2) 研究計画(個別研究課題, 研究方法)の立案
- (3) 厳格な研究計画の管理

組織運営方法



若手研究者育成活動

育成方針

- ・問題解決能力と共に問題形成能力の育成
- ・実践的研究指導による育成

育成計画

- ・21世紀複雑系機械工学セミナー：
英語による研究発表を中心とした大学院セミナー
- ・武者修行制度：国内外研究拠点における研修と研究交流
- ・フロンティア研究費制度：公募型研究費による自主的研究の奨励

社会連携活動

活動方針

- ・企業技術者の専門教育の重視

活動計画

- ・リカレント講座 「複雑系機械工学」
 - ・対象：企業研究者、技術者
 - ・内容：複雑系機械工学の講義・解説
 - ・場所：大学、大阪、東京地区ほか

年次計画

15	16	17	18	19
立ち上げ 拠点活動開始 総合シンポジウム	国際シンポジウム 拠点活動報告会	中間まとめ 拠点活動報告会 中間審査 国際シンポジウム	拠点活動報告会 国際シンポジウム	最終まとめ 拠点活動報告会 国際シンポジウム 総合シンポジウム 最終評価

機械理工学フロンティアシリーズ編纂