

## 課題の概要

|        |   |
|--------|---|
| 課題名    | 「マイクロシステム融合研究開発拠点」  |
| 総括責任者名 | 「井上 明久」   |
| 提案機関名  | 「東北大学」  |
| 協働機関名  | 「株式会社リコー、株式会社トッパン・テクニカル・デザインセンター、株式会社メムス・コア、株式会社北川鉄工所、住友精密工業株式会社、トヨタ自動車株式会社、日本信号株式会社、日本電産コパル電子株式会社、日本電波工業株式会社、パイオニア株式会社、メムザス株式会社」 |

### 機関の現状

東北大学には、半導体研究の輝かしい歴史と蓄積とがある。その半導体微細加工に多様な技術を組み合わせ、高付加価値のデバイス・システムを作るマイクロシステム技術の研究開発を、35年程前から精力的に推進してきた。また、学内の共用設備を活用し、研究開発した技術を発信するだけでなく、企業との共同研究や技術移転を積極的に行い、産業支援や製品化に貢献してきた。この他、仙台市、宮城県、および東北大学を中心にして、多数の企業が参加する「MEMS パークコンソーシアム」を設立し、マイクロシステム技術による地域産業振興を行っている。

協働機関のほとんどは、既に東北大学と共同研究の実績がある。コア企業3社（リコー、トッパン・テクニカル・デザインセンター、メムス・コア）は、本構想の実現に必要な基盤技術や研究資源を保有しているだけでなく、それぞれの将来ビジョンの一部に本構想を組み込んでおり、本構想の実現に全社的に取り組む。

### 拠点化の対象とする先端融合領域及び研究開発

本構想の眼目は、科学技術の視点からは、集積化マイクロシステムを中核に、機械、電気・電子、材料、化学、電気化学、バイオ工学、医学などの様々な技術を融合させて、我が国の次世代産業の種を創るイノベーション創出拠点を形成することである。また、システム改革の視点からは、次世代産業の種を高確率でイノベーションに繋げるために、多領域に渡る企業や研究機関が参加する開かれた研究開発システム、および少量生産型であっても先端的な新技術を社会に送り出せる新しい産学連携モデルを構築することである。

仕事と生活の両場面における 21 世紀の知的活動は、情報通信技術の発展とその人・ものへの普及とによって、空間的・時間的にこれまでにない自由度を獲得し、その結果、新しいライフスタイルが可能となり、経済・社会の活力と多様性が生み出される。これに資する融合型研究開発として、機械、光、化学、あるいはバイオ機能を担うマイクロシステムを、情報処理・記憶を担う LSI と融合させるための基盤技術を構築し、次世代マイクロシステム、たとえば、複数の通信バンドに対応する無線 LSI チップ、ユビキタス無線センサ、超小形 MEMS 投影ディスプレイ、超高密度データストレージ、無線医療検査チップなどを実現することを目指す。

## 拠点化構想

LSI 技術とマイクロシステム技術とを融合するための共通基盤技術の上に、多領域にわたる協働機関が参加して、様々な集積化マイクロシステムの研究開発を行うとともに、東北大学の教員と協働機関の代表者からなる運営委員会が中核となって、高確率でイノベーションに繋げるためのシステム改革を行う。たとえば、分野融合を促進する開かれた共用施設の整備、融合研究推進会議の開催、協働機関との施設や人材の相互乗り入れ、協働機関や地域と連携しての人材育成・教育、多品種少量型製品でも実用化できる産学連携モデルの構築などを行う。

知的財産や秘密保持の取り扱い、第一に協働機関による技術の実用化、次に適切な企業への技術移転が円滑に進められるように、運営委員会が決定する。多様な人材を確保するためには、企業を含む外部との連携、地域ネットワーク、海外研究機関との提携などを利用する他、既に進めている人材育成プログラム（経済産業省・産学連携製造中核人材育成事業「MEMS 関連産業人材育成事業」）と連携する。研究開発拠点の国際的展開として、これまでの実績を踏まえて、ドイツ・フラウンホーファ研究所、スイス・CS EM (Swiss Center of Electronics and Microtechnology)、米国の一流大学（たとえば、カリフォルニア大学バークレー校）などと人材・技術の両面で協力する。

協働企業は、コミットメントの大きさと種類とからコア企業とメンバー企業とに分けられる。LSI 技術、マイクロシステム技術、およびこれらのシステム化技術を有する企業がコア企業として参画し、大学への人材の派遣、自社の保有する技術の提供など、東北大学と一体となって研究開発を進める。コア企業は、拠点の運営、意思決定、教育・人材育成などにも関わる。メンバー企業は、共通の基盤技術の上に、主に応用展開研究を東北大学と共同で展開する。

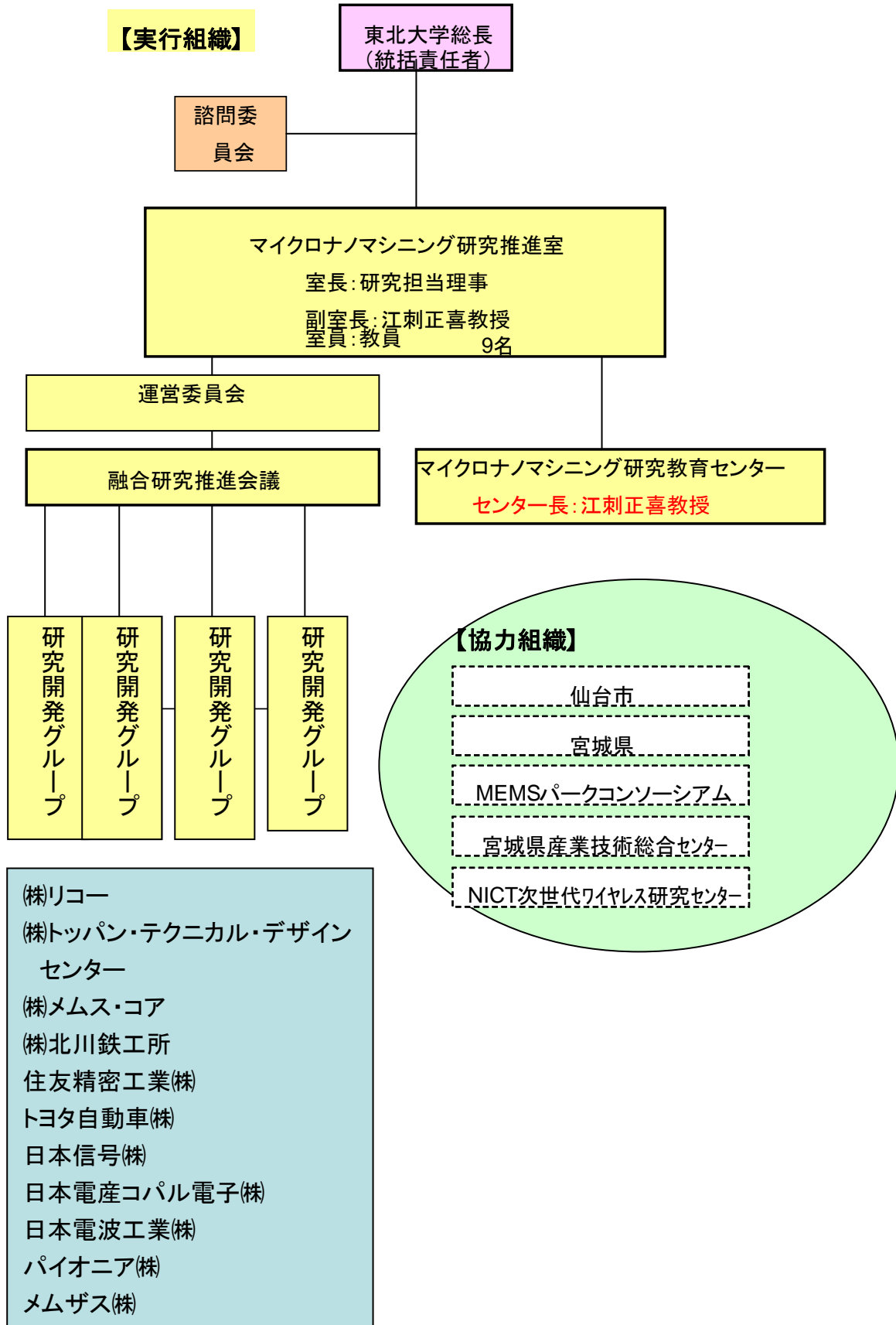
## ミッションステートメントの概要

3年目には、マイクロシステムとLSIとを一体化した新しい集積化マイクロシステムを実現するための基盤技術を立ち上げる。ウエハレベルの集積化のための要素技術、具体的には、微小振動子の低損失化に必要な機械特性に優れた厚膜の低温形成技術、微小構造体の応力制御技術、複数の要素の貼り合わせ技術、立体的な配線形成技術などを開発する。また、LSI上に様々なマイクロシステムを作る乗り合いウエハシステムを稼働させる。同時に、様々な応用に向けた具体的なマイクロシステムの研究開発を行い、1年目から取り組んだ課題に対しては、フィージビリティ・スタディを完了する。また、本拠点に最適な研究開発システムの導入のため、海外の研究開発システムを調査・研究する。

7年目には、開発したマイクロシステムを生産するための製造装置の開発、イノベーション創出拠点としての共用施設の整備、および上述の研究開発システムの構築を完了する。また、1年目から継続して行っているマイクロシステムの研究開発と並行して、これらに幅広く適用できるLSIを開発する。このLSIは、アクチュエータの駆動回路、センサ信号の検出回路、情報処理回路などから構成され、様々なマイクロシステムに適合できるように設計されており、少量のマイクロシステムにも組み込める。これら一連の研究開発によって、センシング、通信、入出力などの機能を有し、複雑な情報処理を行う集積化マイクロシステムを実現するための基盤技術を完成させ、具体的にいくつかの集積化マイクロシステムの実用化に見通しを得る。

終了時には、開発した集積化マイクロシステムが、情報・通信、製造、医療などの様々な分野で、市場競争力のある製品として実用化されることを目指す。そのためには、協働機関等での商品開発に移れるように、複数の開発品の技術的目処を付けると同時に、大量に使われるものだけでなく、少量生産でも実用化できる産学連携モデルを構築する。最終的には、開かれた共用施設を中核として、様々な企業、研究機関、行政機関などと連携し、継続的に新たな技術開発を先導する研究開発拠点の構築を目指す。

課題の実施体制



## 課題の実施内容

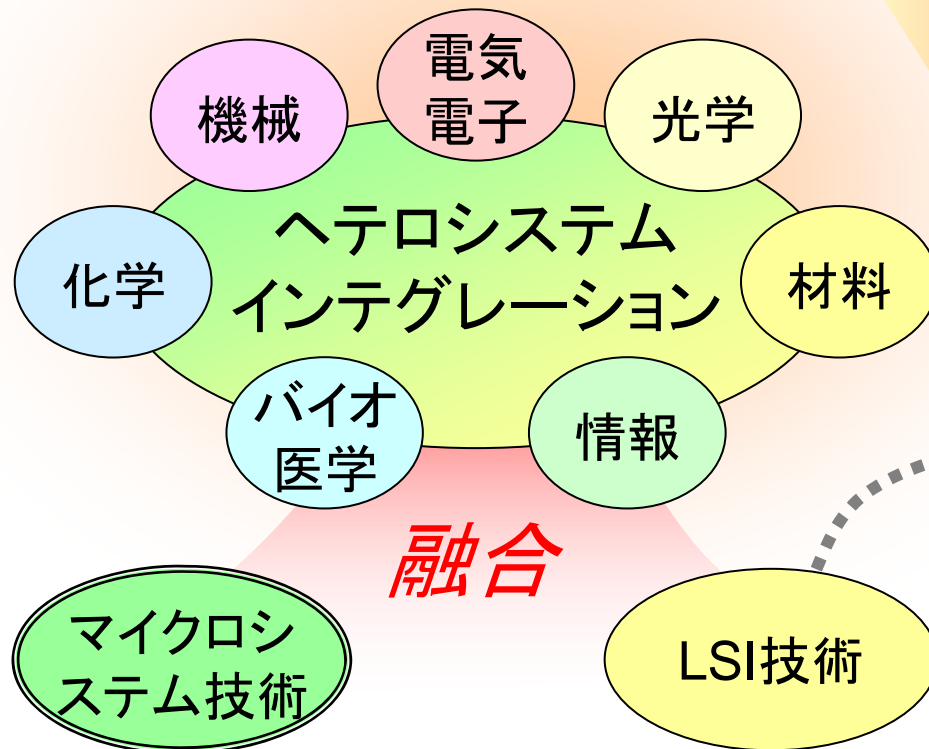
開かれた研究開発拠点における

- 新しい産学連携システム
- 分野融合人材の育成

イノベーション

- 次世代産業の種
- 集積化マイクロシステム基盤技術

構築すべき重要基盤技術例  
様々な高性能マイクロシステムを、最先端LSIを壊さずに  
形成する低温プロセス技術



微細化追求の限界

## ミッションステートメント

|        |  |
|--------|--|
| 課題名    | 「マイクロシステム融合研究開発拠点」   |
| 総括責任者名 | 「井上 明久」  |
| 提案機関名  | 「東北大学」   |
| 協働機関名  | 「(株)リコー、(株)トッパン・テクニカル・デザインセンター、(株)メムス・コア、(株)北川鉄工所、住友精密工業(株)、トヨタ自動車(株)、日本信号(株)、日本電産コパル電子(株)、日本電波工業(株)、パイオニア(株)、メムザス(株)」 |

### (1) 拠点化構想の概要

マイクロシステムと LSI とを一体化するための基盤として、加工・実装技術の研究開発、デザインルールの決定、乗り合い方式ウエハシステムの整備などを行う。協働機関とともに、情報・通信、製造、自動車、医薬品、医療などの分野で新しい応用システムの実現を目指し、要素技術の研究開発、デバイスの開発、試作システムの実証などを一貫して行う。また、このような研究開発を行う場として、分野融合を生み出す共用施設を整備し、将来の自立的運営に向けた体制を構築する。

他プログラムとの連携、協働機関の協力、海外の一流研究機関との提携などを生かして、産業界や研究機関に求められる人材を、オン・ザ・ジョブ・トレーニングを重視して育成する。その対象は学生や協働機関の研究員だけに限らず、広く一般とする。また、セミナーや講演会の開催などによって、幅広い情報の提供活動に力を入れる。

裾の広い分野で潜在するニーズの掘り起こしを進め、複数の企業や研究機関が参加する開かれた研究開発モデル、および多品種少量型製品でも実用化できる産学連携モデルを構築し、大学発イノベーションの成功例を作る。

最終的には、このような活動が自立的に行われる世界的なイノベーション創出拠点を構築する。

### (2) 絞り込み期間終了時（3年目）における具体的な目標

3年目には、マイクロシステムと LSI とを一体化した新しい集積化マイクロシステムを実現するための基盤技術を立ち上げる。ウエハレベルの集積化のための要素技術、具体的には、微小振動子の低損失化に必要な機械特性に優れた厚膜の低温形成技術、微小構造体の応力制御技術、複数の要素の貼り合わせ技術、立体的な配線形成技術などを開発する。また、LSI 上に様々なマイクロシステムを作る乗り合いウエハシステムを稼働させる。同時に、様々な応用に向けた具体的なマイクロシステムの研究開発を行い、1年目から取り組んだ課題に対しては、フィージビリティ・スタディを完了する。また、本拠点に最適な研究開発システムの導入のため、海外の研究開発システムを調査・研究する。

### (3) 中間時（7年目）における具体的な目標

7年目には、開発したマイクロシステムを生産するための製造装置の開発、イノベーション創出拠点としての共用施設の整備、および上述の研究開発システムの構築を完了する。また、1年目から継続して行っているマイクロシステムの研究開発と並行して、これらに幅広く適用できる LSI を開発する。この LSI は、アクチュエータの駆動回路、センサ信号の検出回路、情報処理回路などから構成され、様々なマイクロシステムに適合できるように設計されており、少量のマイクロシステムにも組み込める。これら一連

の研究開発によって、センシング、通信、入出力などの機能を有し、複雑な情報処理を行う集積化マイクロシステムを実現するための基盤技術を完成させ、具体的にいくつかの集積化マイクロシステムの実用化に見通しを得る。

#### **(4) 終了時（10年目）における具体的な目標**

終了時には、開発した集積化マイクロシステムが、情報・通信、製造、医療などの様々な分野で、市場競争力のある製品として実用化されることを目指す。そのためには、協働機関等での商品開発に移れるように、複数の開発品の技術的目処を付けると同時に、大量に使われるものだけでなく、少量品でも実用化できる産学連携モデルを構築する。最終的には、開かれた共用施設を中核として、様々な企業、研究機関、行政機関などと連携し、継続的に新たな技術開発を先導する研究開発拠点の構築を目指す。

#### **(5) 実施期間終了後の取組**

本構想によれば、マイクロ・ナノ構造のセンサやアクチュエータとその駆動や信号処理のためのLSIとを融合し、多品種少量型製品でも高付加価値のマイクロシステムの研究開発を、設計、要素研究から試作、実用性実装までを一環して行える拠点が実現する。本拠点では共用施設を中心として分野融合が進み、また、マイクロシステムの潜在的応用は極めて広いので、本拠点発の技術が様々な分野で実用化される。

複数の企業や研究機関が参加する開かれた研究開発モデル、および多品種少量型製品でも実用化できる産学連携モデル、教育・人材育成プログラム、国際連携などによって、最高の技術、人材、情報、および機会（テーマ）を最適な時間とコストとで社会に提供する場を、民間資金に地方や国の投資を加えて、自立的に維持する。この場を中心に、宮城県、仙台市、MEMS パークコンソーシアムなどが多面的な活動を行って、仙台地域全体をマイクロシステム技術・産業の集積地とする。ここには、さらに多くの企業が集まり、世界的なイノベーション創出拠点となる。

#### **(6) 期待される波及効果**

潜在的需要の大きいマイクロシステムの実用化に向けては、材料からシステムに渡る各応用別の「すり合わせ技術」の未踏性、および市場開発リスクが障壁として存在し、企業または大学だけの研究開発には限界がある。本構想は、これまで東北大学に蓄積されてきた技術と研究ノウハウとに基づき、多様な革新的プロセスと未来型マイクロシステム技術とを産学協働で実現するもので、研究開発から実用化までを一貫して行える場として、他研究機関のシステム改革の先駆けとなる。

マイクロシステムとLSIの両分野を含み、さらに全体システムに通じる人材を育成する場は、これまでに我が国には存在せず、本構想において、はじめてそのような人材の育成が可能になる。ここで育った多くの研究者が、様々な研究機関や企業で次世代に知的資産を受け継ぐ。

マイクロシステムの応用分野には広範囲な広がり期待され、様々な研究機関や企業で研究開発が展開されるようになる。

本構想で整備する共用施設、および乗り合いウエハシステムは、他の研究機関にとっても魅力であり、国内外を問わず、幅広い参加が見込まれる。協力関係にあるフラウンホーファ研究所やCSEM (Swiss Center of Electronics and Microtechnology) とは、互いの施設や仕組みを補完的に利用し、双方が利益を享受する関係を構築することができる。海外で成功しているビジネスモデルの実証の場として、本拠点が機能することも期待できる。