

【産業競争力懇談会２００６年度推進テーマ報告】

世界トップレベルの研究拠点について

概要

第二次報告書

（付）第一次報告書

第一次報告書は２００６年１０月に公開済です

２００７年４月５日

産業競争力懇談会

「世界トップレベルの研究拠点について」の概要（研究拠点プロジェクト）

第3期科学技術基本計画、経済成長戦略大綱、骨太方針2006において、「世界トップレベルの研究拠点」を整備する方針を明らかにしたことを踏まえ、産業競争力の観点を中心に据えて提言を行うこととした。

第1次報告書のポイント(2006年10月31日)

○スタンス

「国内に国際級の拠点を有することは、極めて重要であると考えており、国の施策を充実強化すべきだ。」という見解が会員の9割に及び、当懇談会としては「本構想を支持し、理想を可能な限り実現させる」立場。期待の背景は、競争力・イノベーション強化とともに人材育成である。

○研究拠点の理念

- ・国内外の研究者や学生が是非そこで学びたい、研究したい、教えたいという存在。国内外の研究者のみならず企業にとっても、引力に引き寄せられるような魅力のある存在。
- ・イノベーションを誘発する拠点については、基礎科学の知識基盤、技術基盤、技術統合、社会・市場の各層の相互作用を重視。

○10の戦略的取り組み

- (1) 施策のあり方：国全体としての取り組み、施策の連携・体系化、独法研究機関の活用
- (2) 研究経営：競争力獲得を明確に狙ったリソースの重点配分等
- (3) 拠点経営者の卓越したリーダーシップ：予算、人事の権限、スタッフ人材の質的転換
- (4) グローバルな評価：国内的評価より世界からの評価
- (5) 人材の流動化：トップレベルの人材が集結し、成果をあげ、国際的求心力を高める環境作り
- (6) 人材育成：教育・アウトリーチ活動
- (7) 研究領域：政府助成の長期的視点とポートフォリオの視点、学際・融合研究の重視
- (8) Application Driven：実用化シナリオを着手段階から意図した研究開発
- (9) 企業を巻き込んだイノベーションを起こす仕組み作り
- (10) 研究拠点を支える大学基盤の活性化：大学学部の教育研究基盤、大学の国際化

第2次報告(今後の検討課題)

次のキーワードに関連し、研究拠点を形成する意義等について検討を開始。

創薬基盤技術、バイオマス、デバイス、情報通信、ソフトウェア、材料分野、ナノテクノロジー、水環境技術、原子力、新エネルギー、省エネルギー、ものづくり工学、防災・減災、ナノバイオ、超高度計測、計算科学

(注) 検討に当たっては、短期的に拠点を形成する環境が整っていると判断される分野や領域が存在する一方、現状は困難でも、我が国の競争力の観点、あるいは我が国の特有性を踏まえ、成長させるべき分野等も存在する。このようなことも視野に入れて検討を深めたい。

第2次報告書のポイント(2007年4月5日)

○総括

- ・世界トップレベルの研究拠点をめざすことは、大学や公的研究拠点を問わず、等しく共通の目標。政府全体ですなわち各府省でも取り組むべき。
- ・競争的資金制度の最大限活用、主管省の理解と協力、主管省と政策的に関連のある省との連携及び研究拠点を活用した産学連携が有効な手段。
- ・総合科学技術会議は、複数にまたがる融合分野の開拓を目標として拠点形成をうながしている。検討対象とした16分野はいずれも融合分野である。

	生命科学	化学	材料科学	電子・情報工学	精密・機械工学	物理学	数学	その他
創薬基盤技術	○	○		○	○			
バイオマス	○	○	○		○			
デバイス		○	○	○	○	○		
情報通信				○	○			
ソフトウェア				○			○	
材料	○	○	○	○		○		
ナノテク	○	○	○	○		○		
水環境利用技術	○	○	○		○			○
原子力		○	○	○	○	○		
新エネルギー		○	○	○	○			
省エネルギー			○	○				
ものづくり工学				○	○			
防災減災			○	○				○
ナノバイオ	○		○					
超高度計測	○	○	○	○	○	○		
計算科学	○	○	○	○	○	○	○	

○各論

- ①創薬基盤技術:「創薬力」の基盤技術の集積による技術競争力
- ②バイオマス:セルロース系植物資源の燃料・化学原料利用に向けた技術研究
- ③デバイス:10nmテクノロジーノード以降のナノ新デバイス基礎研究
システムLSIの設計技術・設計環境技術の研究開発
- ④情報通信:総合的な情報通信システム構想研究
- ⑤ソフトウェア:科学的に分析された標準的なソフトウェア開発手法の創出
- ⑥材料:「材料種類別の研究拠点」と「材料～応用一貫型の研究拠点」
- ⑦ナノテクノロジー:ネットワーク型ナノテクファンドリの形成
- ⑧水環境利用技術:水処理技術、水利用システム技術、水環境科学の総合拠点
- ⑨原子力:日本原子力開発機構の国際的な研究拠点への強化
- ⑩新エネルギー:材料、デバイス、システムの要素技術の相乗効果によるイノベーション創出
- ⑪省エネルギー:パワーエレクトロニクス(省エネのキーパーツ)の要素技術、システム技術拠点
- ⑫ものづくり工学:製造工程の自動化に資する要素技術のすり合せ
- ⑬防災・減災:社会技術によるアジア自然災害研究拠点
- ⑭ナノバイオ:ナノテクノロジー、生物学、医学、エンジニアリング等の学際融合
- ⑮超高度計測:世界トップレベルのフラッグシップ装置を基盤とする観測・計測拠点
- ⑯計算科学:学際的なアプローチによる産官学連携の計算科学ツール開発

【産業競争力懇談会2006年度推進テーマ報告】

世界トップレベルの研究拠点について

第二次報告書

2007年4月5日

産業競争力懇談会

目 次

はじめに

1 総括	1 ページ
2 各論	5 ページ
① 創薬基盤技術	5 ページ
② バイオマス	9 ページ
③ デバイス	13 ページ
④ 情報通信	18 ページ
⑤ ソフトウェア	22 ページ
⑥ 材料	26 ページ
⑦ ナノテク	32 ページ
⑧ 水環境利用技術	37 ページ
⑨ 原子力	40 ページ
⑩ 新エネルギー	42 ページ
⑪ 省エネルギー	45 ページ
⑫ ものづくり工学	48 ページ
⑬ 防災・減災	51 ページ
⑭ ナノバイオ	56 ページ
⑮ 超高度計測	59 ページ
⑯ 計算科学	62 ページ
(資料作成担当者)	66 ページ
(参考資料)	68 ページ

はじめに

産業競争力懇談会では、2006年10月31日第1次報告書^(注)をまとめた。これは、懇談会会員のアンケートによる意見を踏まえ、世界トップクラスの研究拠点の理想的な姿を提案したところである。総じて我が国の産業競争力強化の観点から、国内外の研究者が「そこで研究したい、学びたい、教えたい」引力のある存在として、国内に存在することが必要であるという基本的認識である。

これを実現するためには、政府当局の政策もさらなることから、個々の大学や研究機関が高い志をもって自助努力を行うことが重要である。

このたびの第2次報告書では、第1次報告書で今後の検討課題とされた具体的分野の16のキーワードに関して、懇談会会員企業の実務家により、検討を行った成果である。

第1次報告書同様、総合科学技術会議をはじめ政策会議、政府関係機関及び教育研究の現場において、本報告を有効に活用されることを期待したい。

プロジェクトリーダー 鳴戸 道郎(富士通)
相澤 益男(東京工業大学)
浦嶋 将年(鹿島建設)
大山 昌伸(東芝)
金出 武雄(カーネギーメロン大学)
久間 和生(三菱電機)
桑原 洋 (日立製作所)
武黒 洋一郎(アルバック)
立花 慶治(東京電力)
藤川 淳一(東レ)
渡邊 浩之(トヨタ自動車)

(執筆者・協力者については、巻末にリストを掲載)

2007年4月
産業競争力懇談会
会長 野間口 有

(注) 第一次報告書は、産業競争力懇談会のホームページからダウンロード出来るので、ご参照ください。

<http://cocn.jp/material/index.html>

1 総括

2006年12月25日、総合科学技術会議の有識者議員は、「世界トップレベルの研究拠点づくりについて」(以下「総合科学技術会議まとめ」という。資料1参照)を同会議に報告した。また予算措置としては2007年度文部科学省予算案において「世界トップレベル国際研究拠点形成促進プログラム(35億円)」(資料2参照)を新たに組み込んだところである。

総合科学技術会議のまとめについては、第一次報告書が提案した趣旨と方向性においては、おおよそ整合していると考えられる。また、本プログラムは、モデル事業として位置づけられており、その取り組みについては、他の研究機関にも広めていくべきとされている。

本懇談会では、世界トップクラスの研究拠点をめざすことは、大学や公的研究機関を問わず等しく共通の目標であり、その目標達成に向けて、特定の省庁にとどまらず、政府全体すなわち各府省でも真剣に取り組むべきだと考えている。

政府の競争的資金制度は、かつてに比較して充実をしており、各研究機関は、これらを最大限活用するとともに、主管省の理解と協力、さらには、主管省以外の政策的に関連のある省からの支援を得て、世界で存在感のある研究機関へと脱皮して欲しいと念願するものである。また、文部科学省事業で設置した研究拠点に他省庁が連携し、研究開発プロジェクトを運営する省庁間の垂直型連携や、こうした場を活用して産業界も共同研究や人材育成を行う等の産学連携等も有効な手段であると考ええる。

第2次報告書のメインテーマは、第一次報告書に基づき、具体的分野の検討結果を報告することである。

第一次報告書抜粋

(2)今後の当懇談会における検討

当懇談会としては、(1)のアンケート結果を踏まえつつ、会員企業実務家により、具体的分野について、「拠点を形成することの意義」、「研究開発要素」、「トップクラスとするための方策」、「備えるべき機能、規模、設備」、「民間との協力関係」、「拠点のマネジメント」等について検討を行い、その結果を第2次報告書として提案する計画である。

具体的分野を検討する際のキーワードとして以下を取り上げることとする。

創薬基盤技術、バイオマス、デバイス、情報通信、ソフトウェア、材料分野、ナノテクノロジー、水環境技術、原子力、新エネルギー、省エネルギー、ものづくり工学、防災・減災、ナノバイオ、超高度計測、計算科学

なお、検討に当たっては、短期的に拠点を形成する環境が整っていると判断される分野や領域が存在する反面、現実的には困難が伴う分野等も存在しよう。一方、現状は困難でも、我が国の競争力の観点、あるいは我が国の特有性を踏まえ、成長させるべき分野等も存在しよう。このようなことも視野に入れて検討を深めたい。

総合科学技術会議のまとめでは、分野について次のとおり指摘している。

総合科学技術会議まとめ 抜粋

分野は、現在、世界トップレベルか、それに近い研究者グループが存在する基礎研究分野とし、当面、原則として、以下の分野間で複数にまたがる融合領域の開拓を目標とするものを選定すること。なお、達成目標については、引き続き、総合科学技術会議の検討も踏まえ、例示すること。
(生命科学、化学、材料科学、電子・情報工学、精密・機械工学、物理学、数学)

当懇談会の検討対象とした16分野と総合科学技術会議まとめに例示された7つの学術分野との相互関係は次の表のとおりである。

	生命科学	化学	材料科学	電子・情報工学	精密・機械工学	物理学	数学	その他
創薬基盤技術	○	○		○	○			
バイオマス	○	○	○		○			
デバイス		○	○	○	○	○		
情報通信				○	○			
ソフトウェア				○			○	
材料	○	○	○	○		○		
ナノテク	○	○	○	○		○		
水環境利用技術	○	○	○		○			○
原子力		○	○	○	○	○		
新エネルギー		○	○	○	○			
省エネルギー			○	○				
ものづくり工学				○	○			
防災減災			○	○				○
ナノバイオ	○		○					
超高度計測	○	○	○	○	○	○		
計算科学	○	○	○	○	○	○	○	

表のとおり、当懇談会の例示提案する分野は産業競争力の観点から抽出したものであるが、濃淡はあるにせよ、いずれも総合科学技術会議の指摘にもある融合分野である。ややニュアンスの異なる点は、総合科学技術会議では、基礎研究分野と指摘している点である。第一次報告書でも指摘したとおり、基礎研究段階へフィードバックした研究がイノベーションをおこすブレークスルーにつながることは、そのとおりであるが、基礎研究といえども、競争力強化への戦略性と出口のイメージとシナリオをわきまえた研究運営をめざすべきである。

同時に7つの学術分野以外にも、自然科学の中で重要な分野も存在し、さらには社会・人文科学との融合、あるいは、日本の地政学的な観点からアジアの国々を巻き込んだ研究運営にも留意すべきである。

また、優れた研究拠点を大学内に有し、国内外から優れた研究者をひきつけることは、研究を通じたイノベーションの進展を加速するのみならず、大学内の教育の活性化、ひいては教育の競争力強化に好ましい影響を及ぼすものとする。

産業界との関係においては、拠点形成における各段階、すなわち、構想段階、計画段階、実行段階の各段階に応じて、大学や研究機関と産業界側が意思疎通を図っていくことが望まれる。この観点から産業競争力懇談会では、引き続き、世界トップクラスの研究拠点形成に向けた各方面の取り組みに注目し、フォローアップを行っていく所存である。

2 各論

①創薬基盤技術

1. 拠点を形成することの意義

「産業競争力上の意義」

我が国に研究拠点を形成することの意義は、以下3点が挙げられる。

- ①学際的研究開発から生み出される新産業に関わる知的財産の集積
- ②バイオツール開発に関わる装置メーカー、素材メーカー、検査・診断薬メーカーの協業による競争力の高いツールおよびコンテンツの開発、およびバイオツールとのシナジーを持つ製薬産業との連携による創薬とバイオメーカーの一体開発という新たなカテゴリーの医薬品創出
- ③装置、素材などを扱う企業研究者と医療関係者の情報交換を通じた研究活動の活発化

拠点を形成する際の課題としては、以下4点が挙げられる。

- ①特許戦略の強化: 新たな技術の知的財産を確保するためのインフラ、ソフト
- ②担当省庁(文科省、経産省、厚労省)の緊密な横連携により、統一思想に基づいた拠点構築
- ③当該分野における世界に先んじたガイドライン提示、法整備
- ④優れた研究から生まれた成果物を効果的に企業が利用できる体制の強化、及び利害が対立する同業他社との関係整理

「創薬基盤技術分野での拠点形成の意義」

- ①国内の製薬企業も世界に通じる新薬を創造してきているが、医薬の分野では資金力にもものをいわせた海外、特に米国のメガファーマが優位な状況にある。拠点形成による「複合体」としての技術競争力を「創薬力」として産業競争力に反映させることができれば、競争優位性を発揮することができる。
- ②我が国では人口の高齢化が進む中で、将来の個別化医療に向けた医薬、診断薬、診断ツール開発、さらにはそれらの制度化、知財確保で日本は遅れをとっている。その原因の一つとして、これらの課題解決が既存の個々の大学病院や企業に任されており、トップダウン型ではなくボトムアップ的に個別対応の形で進められていることがあげられる。拠点整備により、これらの課題に集中的に取り組む仕組み: 行政(文科省、経産省、厚労省)の制度的連携、支援制度、などを構築することができれば、将来の医薬・医療分野で日本がイニシアティブをとることが可能となる。

2. 拠点を構成する研究要素

拠点を形成する研究要素は疾患領域、分析技術、創薬技術、臨床研究であり、拠点形成で以下のような効果が期待できる。

- ①ネットワーク形成による研究活動の活性化
- ②国内外からの有力人材の集積と人材交流の活性化
- ③コアファシリティ設置による研究支援体制の充実
- ④大型研究施設の共用
- ⑤倫理委員会などインフラの共通整備と迅速な審査
- ⑥生体試料保存の共通化、数の確保、バンク化

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

- ①バイオツールおよび装置の実用化に及び承認申請関する法あるいはガイドライン整備。FDAなみが必要
- ②国内有力臨床拠点：癌センター、東大病院、慶応大医学部、阪大医学部、京大医学部、癌研病院など、との強力な連携
- ③臨床開発あるいは臨床研究との一体運営。規制面での優遇措置
- ④事業化支援プログラムによる支援（オフィスや研究設備の格安提供、優秀な大学院生の人材提供、経営面・資金面での支援）
- ⑤現在の世界トップクラスの拠点との継続的な交流
- ⑥海外の研究者を交えた専門レベルが高く密度の濃い会議の開催。

例：Gordon Research Conference, Cold Spring Harbor Symposium, Keystone Symposium.

- ⑦強いリーダーシップを発揮する研究者の登用
- ⑧国や自治体などによる補助金、エクイティ投資、低金利融資などの金融インセンティブ
- ⑨タンパク質の構造・機能解析、糖鎖工学、Si-RNA、分子イメージング、DDS等の将来キーテクノロジーをナノテク・材料、IT、機械工学、化学等と融合させ、サイエンス面からもエンジニアリング面からも深く追究するトップの人材を結集させること

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ①研究所間、大学—企業間のシナジーを発揮できる環境。情報設備環境、会議室などの環境、科学シンポジウム開催可能な環境
- ②多数の症例を有する大規模総合病院があること

- ③ヒト材料へのアクセスが容易にできる環境
- ④臨床研究、橋渡し研究を実施しやすい環境
- ⑤共用できる高度情報処理設備
- ⑥共用できる高度分析設備
- ⑦容易に知財、渉外機能にアクセスできる
- ⑧首都圏または中核的な都市および国際空港からアクセス容易であること
- ⑨研究に適した住居環境(外国人研究者、学生招聘のための宿舎を含む)
- ⑩大小の企業や研究機関が比較的低コストで拠点に参加できる土地空間的余裕があること
- ⑪世界トップクラスの大学・大学院・民間研究機関、政府系研究機関、病院が複数存在する

5. 民間産業界との関係

- ①成果のすみ分けをしっかりとした上で、人、技術、資金面での積極的な協力関係構築が望ましい
- ②実用化段階ではいうまでもないが、特に基礎的な段階からの協力関係を構築することによって、実用化を見据えた基礎技術の確立につながり、産業競争力獲得のために有用と考える
- ③研究開発段階はアカデミアおよび企業研究部門、実用化にあたっては企業主導となる枠組みを作る

6. 研究拠点のマネージメントの在り方

- ①独自性の追求
- ②ブレークスルー技術(強い特許)に対する評価
- ③評価基準の明確化と、成果に基づく評価体制の導入。競争原理の正しい適用
- ④実用化に対する意識の醸成
- ⑤TLO など技術移転部門の強化

7. その他

ライフサイエンス分野でモデルとなる拠点としては、例えば以下2例がある。

①米国ボストン／ケンブリッジ地区

医学の分野で多大な貢献をしており、Harvard 大学、MIT、に代表される多数の大学が存在する。また、MGH やダナファーバー癌研究所に代表される多数の総合病院、専門病院が存在し、Merck、Novartis 等のメガファーマが研究所を

構え、多くのバイオテク企業が起業している。

②Scripps 研究所周辺地域

化学、天然物の分野で貢献している。近くにはUCSDもありPfizer、J&J等の大手企業の研究所がある。バイオテク企業も多い。

②バイオマス

世界トップクラスのバイオマス利用技術を開発

1. 拠点を形成することの意義

（産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など）

〔産業競争力上の意義〕

バイオマス資源の将来を考えると、今後、世界の人口が増加する中で、食物ではなく、セルロースなどの豊富な植物資源を効率よく燃料や化学原料に転換する技術の開発が重要になる。特に、資源の乏しいわが国では、化石燃料への依存度を下げ、3E（エネルギー安全保障、環境、経済）を保障するためにもバイオマス高度利用技術（以下バイオマス技術）の開発を世界に先駆けて進める必要がある。

すでに米国などの先進各国では、この分野で産官学をあげてバイオサイエンスなどの高度先端技術の応用に取り組んでおり、わが国も早期に国をあげた研究体制を構築する必要がある。本提案のバイオマス研究拠点はわが国が遅れがちな基礎研究分野を強化し、これを実用化させてゆく上で中心的な役割を果たすことが期待できる。

バイオマス研究拠点では、農業廃棄物や木材などを効率よく糖に変換し、さらにこれをエタノールや有用な化学原料に変換する技術の開発に重点的に取り組む。わが国独自の技術開発を進めて、国際競争力を高めてゆく上で、大学や国研を中心とした先端・基盤研究と、実用化をはかる産業界の開発技術を研究拠点として連携させる意義は大きい。このような大規模かつ業際的な技術開発は、研究資源やリスクの面から民間企業だけでは遂行が困難であり、産学官連携による研究拠点形成が必要である。

〔拠点化の意義〕

バイオマス技術の開発は、植物の育成技術、酵素化学等のバイオテクノロジー、工業化のためのプラント工学など多種、多段階の技術の統合が必要である。各分野の研究者と技術者が拠点到結集して情報交換と知識の共有化を行うことによりイノベーションの好循環を喚起する必要がある。また、拠点化して産学官から人材を集めることにより省庁の垣根を越えた融合政策が可能になる。

拠点化は東アジア地域の連携を念頭において、日本で技術を開発し、実施条件のよい国で国際プロジェクトを行うモデルを構築することが必要である。また、資源の少ない日本にとっては、国内の森林や海洋資源の活用にも積極的にとりくむ必要がある。さらに、わが国の技術革新力を高め、産業競争力を保障するためには技術に関わる

人材の育成が急務である。共通の目的に沿った研究拠点の形成は、視野の広い、事業感覚に優れた研究／技術者の育成に最適な環境を提供する。

2. 拠点を構成する研究要素

① バイオマス収量を最大化するための植物育成技術の研究

- ・ 品種改良、遺伝子操作などによってバイオマス収量を最大化する研究（耐乾索性、耐塩性、耐害虫性など）
- ・ 乾燥地、耕作不適地でも成育する植物の創製
- ・ バイオマス生産による環境負荷評価
- ・ 衛星や無人航空機などを使ったリモートセンシングによるバイオマス管理技術

② バイオマスを効率よく資源化する技術の開発

- ・ バイオマスの糖化や発酵工程でバイオマスを有用物質に効率よく、経済的に変換する技術に関する基礎研究
- ・ バイオマスをガス化して有用な一次製品を製造する基礎技術

③ 未利用、低品質バイオマスを資源化する基礎研究

④ バイオマス技術に関わる社会学、経済学的な戦略研究

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

（現在の研究水準をどう見ているかを含めて下さい。）

研究拠点では長期的なビジョンに立ったブレークスルー技術の開発を優先させる。例えば木質バイオマス転換技術の実用化には数多くの障壁があるが、その克服のためには遺伝子操作やシステムズバイオロジーなど基礎に立ち戻った研究が必要である。この分野では米国などが先行しているが、わが国が技術開発で主導的なポジションを得るためには、このようなリスクの大きい革新的な技術開発に積極的に取り組む必要がある。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

〔機能〕

バイオマス技術の実用化には基礎科学からプラント設計まで、多方面の研究者／技術者がプロジェクトの目標と価値観を共有しつつ、自らの役割を認識するしくみが必要である。研究拠点には関連する大学や研究機関に対するハブとしての役割を果たして、強力なリーダーシップを発揮させる。

[設備]

- ・遺伝子操作研究や、過酷環境におけるバイオマス生産研究を効率的に進められる閉鎖型環境シミュレーター
- ・様々なバイオマス原料をガス化する実験設備
- ・遺伝子操作研究を効率的に進められる海外設備
- ・糖化、発酵の基礎研究設備
- ・高度情報処理システム、シミュレーションシステム

5. 民間産業界との関係

バイオマス技術の中には実用化までにリスクが大きく、民間では取り組みにくいものがある。研究拠点では、斬新な取り組みによるブレークスルーを図る役割を積極的に担い、民間の技術力にスムーズに成果をバトンタッチすることによって早期の応用や実用化を目指す。

6. 研究拠点のマネジメントの在り方

- ・長期的(2030年)なビジョンに基づいた研究計画立案と客観的な評価のしくみ。
- ・ステークホルダーからの独立性を確保して機動力、即応力を高める
- ・省庁の枠を超えた国からの協力体制の構築
- ・大学と協力して将来の基盤研究力を担う人材を育成するしくみ
- ・大学や国研が保有する知的資源を集積するしくみ
- ・民間企業の経営手法を取り込むことによる効率化
- ・知的財産の戦略的確保と民間への技術移転が促進されるしくみ
- ・国内外の多様な資金の獲得体制
- ・組織内および国内外との競争を意識した研究体制
- ・学際、業際での人事交流の仕組み
- ・専門 MOT スタッフを活用してビジネスモデル構築やコストシミュレーションを行う戦略部門の設置

7. その他(関連の政府施策、官・民の提言等)

- ・アジアの研究機関と連携しアジアでの研究拠点化をめざす
- ・知識・技術・人材という「知の集積拠点」からビジネス拠点として成長してゆく姿が望ましい。
- ・海外の研究機関との提携や共同研究が可能なしくみづくり
- ・海外研究者をわが国に有利に招聘する仕組みづくり

- ・高生産バイオマスの開発や高効率バイオマス転換技術に不可欠な遺伝子操作研究を推進するための国内法整備の促進
- ・今後予想される大きな情勢変化にスピーディーに対応するためには、内閣主導で、学識、産業外交、経済など多分野にわたる課題を一元的に取り組む必要がある。特命閣僚や専門省庁の設置などの措置が必要である。

③デバイス

1. 拠点を形成することの意義

(産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など)

半導体産業は、ICT 分野全体を支える競争力の基盤(源泉)であり、この分野での競争力回復・維持が最も重要な鍵となる。しかしながら Si 系 LSI の技術開発については、すでに「つくば」に半導体開発拠点(MIRAI)が出来ている。つくば開発拠点については今後も官民が協力しながら強化していく必要がある。

したがって、ここではそれ以外の視点、あるいは補完的視点での研究拠点の提言を行なう。

ここでは

- ①10nm テクノロジーノード以降のナノ新デバイスの基礎研究拠点
- ②システム LSI の設計技術・設計環境技術の研究開発拠点

の2点について提案をする。

①は、Si 系半導体デバイスのその先のロードマップ延長を狙う技術、②はつくば研究拠点で開発される超微細加工されるデバイスをアプリケーションに活かすために必要な技術である。

2. 拠点を構成する研究要素

①10nm テクノロジーノード以降のナノ新デバイスの基礎研究拠点

Si 系 LSI: 45nm あるいはそれ以降は、つくばに産官学合わせたつくば開発拠点が形成されているので、新研究拠点については 10nm 世代前後、あるいはそれ以降の新動作原理に基づくデバイスの基礎研究を期待する。特に 10nm 世代、あるいはそれ以降の電子デバイスについては Si テクノロジーを土台とする従来のトランジスタでは正常に動作しない恐れがある。このため新しい材料を導入した新しい物理現象に基づく新規なデバイスのコンセプト創造が必要であると考えられている。このような新規なデバイスに向けたナノスケールの材料と物理研究を行うことをミッションにする。

ただしナノテクの研究開発は多くの大学で取組まれているので、単純に研究ボリュームを増やすのではなく、真に実用化になりうるナノデバイスの候補を探索し、絞り込むために必要な強い動機と方向付けをもった研究拠点の構築を目指すものである。

[研究のイメージ]

- ・新材料を積極利用するデバイスや新たなデバイス構造の方式探索
- ・量子現象を積極利用するデバイスや新たなデバイス構造の方式探索

・これらの方式を高密度に集積化する方式の探索(新材料デバイスや新構造デバイスをこれまでの微細化技術を活用できるシリコン上に集積する技術等を含む)
狙いは、超低消費電力で動作する、高集積・高密度・高速のプロセッサ・メモリなど
・また、バイオ、センサー、パワー、超高速アナログ、MEMS 等との異種混載デバイスも追求

②システム LSI の設計技術・設計環境技術の研究開発拠点

4Xnm 以降のデバイスでは 1 チップ上に 10 億個級のトランジスタが集積されるが、それだけ多くのトランジスタをフルに使うに十分な魅力を持ったアプリケーションの探索に課題がある。またそのような天文学的数字のトランジスタ数からなる超大規模な回路と、回路上のファームウェアを設計するための技術に大きな課題がある。

一方、日本の半導体企業は IDM を目指しながらも、そのシステム LSI の設計力は決して強いとはいえない。多くの設計用 CAD やシミュレータは海外企業の製品を使っているのが現状である。求められる高速で低消費電力な処理を実行する回路アーキテクチャの研究拠点の形成によって、システム設計力の研究が進むことと、そこから輩出される優秀な人材の供給が期待される。研究対象は、回路アーキテクチャだけでなく、設計環境・プラットフォームの開発などを含む。

[研究のイメージ]

- ・10 億個のトランジスタを設計する技術開発及び新たな情報処理アーキテクチャ
- ・設計環境の開発
- ・狙いは、低消費電力で動作するプロセッサやメモリ、および混載システム LSI
- ・このような大規模回路を適用するアプリケーションの探索

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

電子デバイスに関連するナノテクの世界レベルの研究拠点については、英国ではケンブリッジ大学やシェフィールド大学、フランスではグルノーブルにある MINATEC、ドイツはマックスプランク、ベルギーでは半導体中心の IMEC、米国ではスタンフォードや MIT などがある。フランスの MINATEC は 4000 人規模の研究者を結集し、約 1.7 億ユーロの予算規模を誇っている。これはフランス政府が研究分野毎に集中研方式型政策をとっていることに起因する。ドイツはナノテク関連国家予算として約 3 億ユーロを投資している。

欧州は比較的集中研方式を取る傾向があるので、研究拠点という視点からは拠点の明確化が行われているが、ナノテクの範囲の広さを考えると、殆どすべての領域を集めた集中研方式が決してベストということでもない。ナノテクの中の細分化された分野ごとに個別拠点化という考え方をとるのも良い。日本や米国は後者の傾向が強い。日本での研究拠点は、産学連携の強い結びつきがある例としては、東大の「ナノエ

クトロニクス連携研究センター」が上げられる。また過去には平成 4 年度からスタートした NEDO のアトムテクノロジープロジェクトの元、つくばにオングストロームテクノロジー研究機構が設立されたが、これも研究拠点のひとつであった。しかしながら日本では、産官学それぞれに層の厚い研究活動が行われていると考えた方が良い。

本提言における研究拠点としては、以下のような研究マネジメントが行われることを期待する。

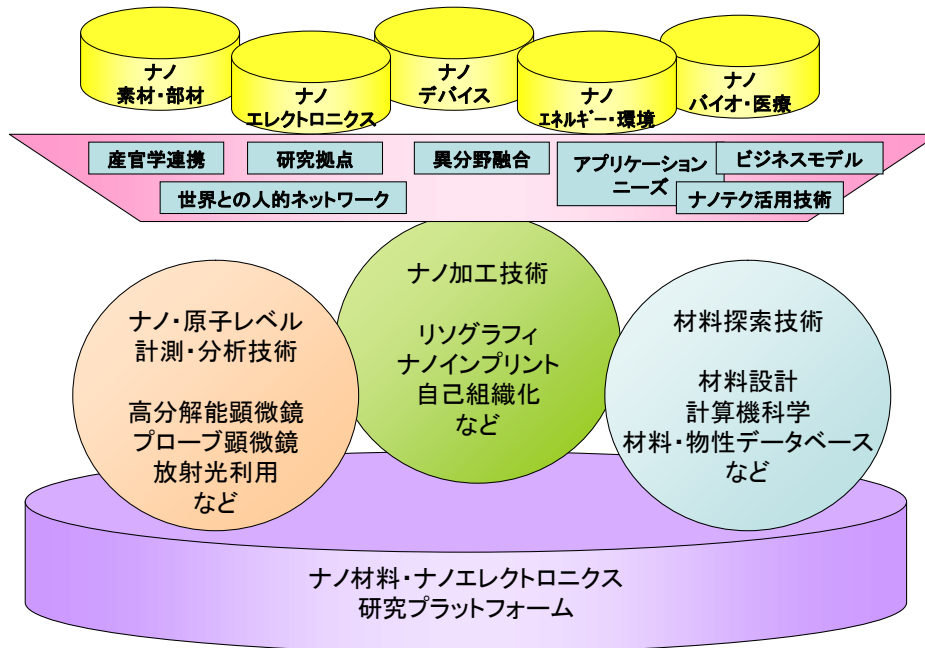
①日本は比較的ナノテクに強いと言われているが、研究が各大学に分散している状況。また何が未来デバイスの本命となるのか現時点では読めないため、複数の候補を対象に研究を行い、ベンチマークし、候補を絞り込んで行くことが肝要である。このため候補ナノテクを「集積可能なデバイス」に導くための強い方向性を働かせながら研究させる必要があり、これについては民間半導体企業がステアリング委員会を構成して、評価・意見を加えながら研究させる必要がある。

②システム LSI の設計については決して日本は強いとはいえない。欧米はもとより最近ではイスラエルのベンチャーなどが尖がった開発を行なっているようである。このような競争力を保有する国から一流の研究者を招聘して、彼らを中心に拠点形成して研究開発に取り組むと同時に国内の人材を育成するといような思い切った手立てを行い、促成栽培を行う必要がある。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

骨太のナノテクを行うための要素は、①ナノレベルの加工技術、②ナノあるいは原子レベルの計測・分析技術、③材料探索技術が三本柱と考えられる。

骨太のナノテク研究開発を支える要素



このような広範囲な研究開発をすべて一箇所で行うことは現実的ではないが、デバイスについては、拠点形成の必要がある。その理由は、様々な材料やデバイスを持ち込み、加工できる装置と多目的クリーンルームが必要であるからである。

また「システム LSI の設計技術・設計環境技術の研究開発拠点」については、研究設備としては計算機主体だが、設備規模よりも、研究者の頭脳が最大のポイント。

5. 民間産業界との関係

- ① ナノテクは如何様にでも研究できるので、「集積可能なデバイス」という強い方向付けを行なうために、民間企業が作るステアリング委員会（あるいは評価委員会）の設置が必要。
- ② ①と同様なステアリング委員会の設置

6. 研究拠点のマネジメントの在り方

行なわれる研究の方向性と進捗状況について厳しく評価できる体制を作る必要があるが、日本ではこの客観的評価機能が上手く働かないケースが多い。このために評価委員会あるいはステアリング委員会としては、従来の常識を破る構成が必要であらう。たとえば民間企業メンバーだけで構成される委員会の設置。この場合は大学側は評価される側になる。外国人研究者から構成される委員会。日本社会の中のし

らがみから逃れた客観性を増す工夫をしてはどうであろうか。

7. その他(関連の政府施策、官・民の提言等)

- ・ 民間からなるナノデバイス・ナノエレクトロニクスに関するフォーラムあるいは協議会の設置
- ・ 日本の研究拠点の強化は言うまでも無く、海外にも多数存在するナノテクの研究拠点の活動状況や成果を日本にどのように取り込んでいくかを考えることも重要
- ・ 日本の半導体デバイス産業は、海外で生まれたナノテク関係の新技術の Exit 先として still 魅力的な存在であることに留意

④情報通信

1. 拠点を形成することの意義

（産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など）

[産業競争力上の意義]

世界的に情報通信の研究開発に力が入れている。

情報通信産業自体が大きな規模を占める産業であるとともに、情報通信は全ての産業の基盤、安全・安心等の社会の基盤である。

確固とした情報通信基盤を作ることで、ネットワークを中核とし、サービス、ものづくり、ヒューマンインターフェイス等の融合によりイノベーションが起きる等、その基盤上ですべての産業が活躍し易くなる。

さらに、情報通信と他分野の融合で新しい産業を開拓していくことができる。

[拠点形成の意義]

情報通信分野は、デバイスから、機器、ネットワーク、社会システムに至る非常に広い領域に渡る分野であり、1つの拠点をカバーすることは不可能であるが、それぞれ個別の研究を行う拠点は関連性を持っており切り離すことはできない。

個別の分野においては、例えば、NICT がネットワークアーキテクチャを、関西文化学術研究都市（けいはんな）では、機械翻訳やロボティクスを、つくば研究学園都市ではヒューマンインターフェイスや人工知能の研究が行われている。

個別分野の研究を深化させる拠点と、戦略性に重点を置きそれらを総合した情報通信システム構想を研究する拠点の両方が共存し、それらの連携があるべきである。

特に後者については利用者の視点からの研究が必要であり、今後情報通信基盤がさらに高度化するに伴いより重要視されていく。利用者の視点から日本の IT 戦略を総合的に研究する拠点が必要である。

2. 拠点を構成する研究要素

個別領域の突出した研究も重要であるが、それに加えブロードバンド先進国の日本は、その基盤を活かして情報通信を総合的に研究することで世界をリードすべきである。

・人間中心科学

－人間工学、ヒューマンインターフェイス、等

・ネットワークアーキテクチャ

- －次世代ネットワーク、ネットワークの安全・安心、等
- ・知能科学
 - －自然言語、自動翻訳、機械学習、メディア解析、等
- ・ロボット
 - －知能、センサー、等
- ・次世代 Web
 - －Web マーケティング
- ・知覚インタフェース
 - －画像処理、音声処理

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

（現在の研究水準をどう見ているかを含めて下さい。）

情報通信分野は、基礎研究と実用化が非常に接近しており、基礎研究と実用化のすり合わせの必要なども多く、産学の密接な連携が必要な分野である。

特に目的基礎研究では、優れた基礎研究が行われても、複数の成果が異なった方向性をもつ場合は、それらを採用する産業界が分散されて国際競争力が弱まるので、研究成果を日本の IT 戦略に基づいて実用化に結びつけるイノベーション体系を構築することが望まれる。

日本の大学では、情報通信分野を希望する学生が減少しており、将来が危惧される。情報通信分野の魅力をアピールし、拠点を形成するための人材を集めることも必要である。それには、大学と産業界が連携して世界に向けて魅力あるビジョンを発し、世界の優秀な人材をひきつける。（例えば、東工大のテニュアトラック制（Global Edge Institute: 講座制を排除。支援体制、(英語)環境の整備を行い、5 年間の研究を保障）をベースに施策を検討する等。）

個別分野において世界のトップクラスの拠点を目指している研究拠点において、情報通信システム全体を俯瞰する総合戦略部門を作ることにも 1 つの方法である。

それと共に産業界は情報通信人材を優遇する措置を講じる。

拠点形成においては以下を実施する。

- ・実証環境と結びついた開発環境（例：SINET 接続等）を持つ。
- ・ネットワークで他の拠点（含、海外拠点）と接続。
- ・人材交流（産学、国際間、研究者と利用者）。
- ・サポートスタッフの充実。
- ・英語を公用語とする。
- ・研究成果を海外に向けて発信する。

- ・文科省による基礎研究投資のみならず、基礎研究の成果の利用省庁との連携による投資。
- ・外部に評価機関を設け、第3者評価を行う。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ・人材育成機能
 - －若手研究リーダー
 - －ネットワーク・アーキテクト
 - ・標準化支援機能
 - －国際会議対応
 - ・調査分析機能
 - －世界の動向調査
 - ・実証実験設備
 - －実験設備、外部の研究拠点と結ぶ超高速ネットワーク接続。
 - －シミュレーション設備(素子から通信システムまで)
 - －テストベッド(ネットワーク利用者への公開)(例:法律で許可されていない無線が使用できる無線特区)
 - ・拠点規模
 - －研究者:100名
 - －サポートスタッフ:20名
- 参考: MIT メディアラボ:研究者:110名
パロアルト研究所(PARC) 研究者:170名

5. 民間産業界との関係

- ・民間からの研究テーマ募集(企業内研究所との共同研究)。
- ・人材交流(期限付き人材派遣、研究者を含む研究成果の民間移転、研究課題を持つ企業研究者の受入れ、等)。
- ・テストベッドの開放(例:ネットワーク利用の接続点)。
- ・産業界による成果評価(ニーズから見て)。
- ・ネットワークアプリケーション産業、機器産業、デバイス産業との連携。

6. 研究拠点のマネージメントの在り方

- ・能力主義の適用。
- ・研究拠点間の交流促進(総合的な戦略と個別研究の整合性の確保)。

- ・プロジェクトリーダーのリーダーシップ開発。
- ・マネジメントの透明化（PDCA サイクルの実施（目標、運営、成果報告、評価のオープン化））。
- ・外部の目利きの活用。
- ・学際的な研究の優遇（人文科学的な視点を取り入れることが必要）。
- ・シーズとニーズの出会いの場を創出。
- ・知的財産の適切な処理。
- ・守秘義務、研究施設のセキュリティ管理の徹底。

⑤ソフトウェア

1. 拠点を形成することの意義

（産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など）

[産業競争力上の意義]

社会におけるソフトウェアの比重の増大に伴い、開発規模は指数関数的に増大している。

無欠陥で低コストなソフトウェアを納期通りに提供できるよう効率的に開発できることが必須となる。特にシステムソフトの大規模化やハードソフトの融合領域にある組込みソフトに対応することが重要である。科学的に分析された標準的な開発手法を生み出すことにより、ソフトウェア産業の発展を促すことになる。

逆に現状のまま放置すると、益々海外依存度が高くなり、全ての産業基盤を危うくする。

また、優秀な人材を集結させることにより、切磋琢磨が行われ、天才的なソフト研究者が生み出される可能性がある。

[拠点形成の意義]

開発の標準作り等の研究は、既に仕様の確定した特定のソフトウェアの開発とは異なり全体を俯瞰する必要があるため、様々な領域の研究者が結集して身近なところでノウハウの交換をすることが必要となる。

2. 拠点を構成する研究要素

- ・ソフトウェアの構造
 - －セキュリティ、等
- ・アルゴリズム
 - －高性能化、等
- ・ソフトウェア開発プロセス
 - －標準開発手法、定量化、等
- ・ソフトウェア品質
 - －品質向上、等
- ・ソフトウェアの機能安全
 - －人体への影響、等
- ・プラットフォーム技術
 - －OS、ミドルウェア、SOA／SaaS 基盤、等

- ・プロジェクト・マネジメント

- －生産性向上、コスト低下、スケジュール管理、開発上のリスク分析手法、等

特に、大規模ソフトでは、

- ・大規模ソフトウェア開発手法
- ・大規模プロジェクト管理手法

組込ソフトでは、

- ・組込みソフト開発環境
- ・組込みソフト試験・評価環境
 - －組込みシステムシミュレータ(ハード、ソフト、通信)

- ・テスト検証技術、異常検知技術
- ・保守・運用支援技術

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

(現在の研究水準をどう見ているかを含めて下さい。)

拠点形成を行うにあたり、現状ではソフトウェア人材が不足しており、拠点の核となるところを見出せない。将来拠点に成長させるための種を作るために、まずは人材集めから手を付ける必要がある。

大学が進んでいるアルゴリズム等のサイエンス寄りの研究者と産業界が進んでいる品質等の実用化寄りの研究者の相乗効果を出すように、産業界の人材が大学に結集することにより、拠点の早期立ち上げを実現させる。小規模な大学をソフトウェア専門大学にするために産業界から人材を集結させることも効果的である。

また、国内人材のみならず、インド等のソフトウェアスキルの高い人材を確保し、それらの人材と日本人研究者を競わせることにより、天才的な研究者を輩出させる。

また、拠点の種を拠点に成長させる段階で以下を実施していく。

- ・産業界のソフトウェア拠点(SEC)との連携。
- ・実証環境と結びついた開発環境(例:組込みソフトのハードウェア環境等)を持つ。
- ・日本がリードしている分野(例:ロボット、自動車、産業用機器)において標準化を推進。
- ・研究のハブとなるようネットワークで他の拠点(含、海外拠点)と接続。
- ・サポートスタッフ(コーディングスタッフ、等)の充実。
- ・人材交流(産学、国際間、研究者と使用者)。
- ・英語を公用語とする。
- ・外部に評価機関を設け、第三者評価を行う。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ・ソフトウェアの研究機能
 - －ソフトウェア開発環境
 - －ソフトウェア試験環境
- ・人材育成機能
 - －若手開発リーダー
 - －システム・アーキテクト
 - －大規模な開発を通じた「ソフトウェア企画」「ソフトウェア開発」「プロジェクト管理」等のスキルを備えた人材の育成(実践的な大規模プロジェクトを通してソフトウェア分野の抜本的な底上げを行う)
- ・標準化支援機能
 - －国際会議対応
- ・調査分析機能
 - －世界の動向調査
- ・実証実験設備
 - －外部の計算機拠点(地球シミュレータ等)と結ぶ超高速ネットワーク接続。
 - －シミュレーション設備(ハード、ソフト、通信)
- ・プロジェクト企画・推進
 - －大規模ソフト開発国家プロジェクトのマネジメント
- ・拠点規模
 - －研究者:200 名
 - －サポートスタッフ:40 名

5. 民間産業界との関係

- ・民間からの研究テーマ募集(実際に使われるソフトの受託研究)。
- ・人材交流(期限付き人材派遣、研究者を含む研究成果の民間移転、研究課題を持つ企業研究者の受入れ、等)。
- ・共同開発先への開発プラットフォームの提供。

6. 研究拠点のマネジメントの在り方

- ・能力主義の適用(外国人人材の活用を含む)。
- ・研究拠点間の交流促進(情報通信、計算科学、デバイス等)。
- ・プロジェクトリーダーのリーダーシップ開発。
- ・マネジメントの透明化(PDCA サイクルの実施)。
- ・外部の目利きの活用。

- ・学際的な研究の優遇（数学等）。
- ・シーズとニーズの出会いの場を創出。

⑥材料

1. 拠点を形成することの意義

資源・エネルギーの多くを海外に依存している我が国にとって、貿易立国としての存立基盤を確固たるものにするためには、これら輸入資源・エネルギーから各種の産業用素材を世界的にトップレベルの品質で生み出し、部材・製品の付加価値を高めることで各種産業の競争力の維持・強化を図っていく必要がある。このような革新的な材料の開発により、従来の製品・サービスの構成、製造プロセス等を抜本的に変革する程のインパクトが期待でき、産業競争力の増進に大きく貢献しうる。一方で、革新的な材料の基礎研究から実用化には長期間の継続的な投資も必要であり、国が中核となって推進する意義は大きい。

また、資源の乏しい我が国においては、社会資本の有効利用（高耐久化、長寿命化など）、環境問題対応（資源保護、天然資源有効利用、リサイクルなど）等の側面における課題が極めて重要なものとなっている。以上のような視点から、化学材料、鉄や非鉄を含む金属、非金属、複合材料等の素材産業を支える研究拠点として、材料分野に関連する大学や公的研究機関の機能を強化し、人材育成を図ることが重要である。

また、我が国のGDPや付加価値額の観点からみると、素材産業は我が国全体のGDPの約20～30%を占める製造業を支える基幹的な産業分野であり、将来に渡る我が国の産業基盤を確固たるものにするためにも重要な分野である。

特に、産業サイドから見た場合には、国際競争力の維持・強化を図るためには、産業界における我が国の強みをより強化するという視点が重要であると考ええる。今後の国際競争力の観点からは、科学にサポートされた技術を持つことが特に重要である。また、時間軸が大切であり、現在でも競争力のある拠点をより強化することが現実的であり重要であると考ええる。そのための強化策として、優秀な人材の育成や実行される研究内容の一層の充実を早期に、かつ着実に図っていくことが大切である。また、具体的な研究拠点の持ち方には、対象となる産業分野によって分散型や集中型等の最適な形態による対応が必要である。このような取り組みによる具体的な成果が広く評価されることにより、自ずと国内外からも研究者が結集し、更に高度な研究拠点到発展しうるものと考ええる。

2. 拠点を構成する研究要素

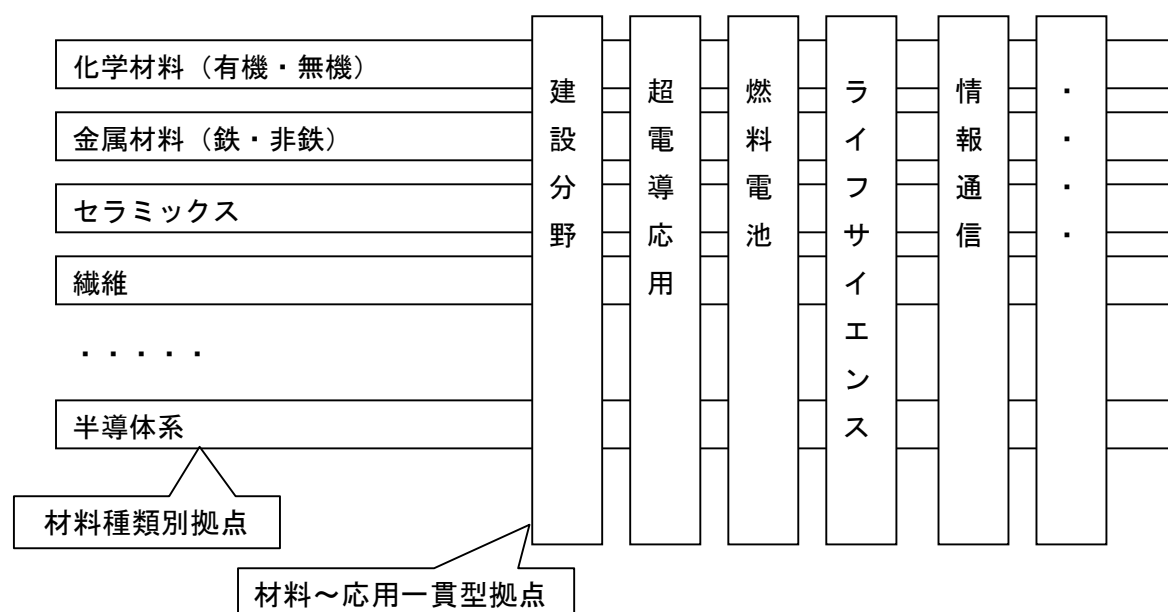
現在の材料分野の研究拠点には、主要大学及びその附置研究所、独立行政法人の公的研究機関等が存在する。このうち、大学の拠点は材料系の学部・大学院等を中心に、それぞれの大学の特色を活かして全国の主要大学に分散配置されている。一方で、物質・材料研究機構、理化学研究所、産業技術総合研究所等の独立行政法人では、得意とする材料分野を中心に材料データベースの構築や標準化に関する機能等をも備えた集中型の研究機関となっている。このように材料分野の研究拠点は、いわゆる分散型と集中型が並存

する形態となっている。この中には既に国際的にも高い評価を受けている研究機関もあるが、今後も継続して競争力を維持するためには、分散型と集中型が並存しながらそれぞれの機関がより一層高度に発展していかなばならない。特に、集中型の拠点ではインフラ整備の効率性、今後の有望な研究領域が想定される異分野との学際・融合領域との情報交換が効率的に行える利点がある。

これらの拠点を構成する研究要素として、先ず大学においては、材料科学の基盤技術（有機・無機化学、物理化学、金属学、計算機科学、熱力学 等）に関する新たな知見の創出、原理原則の解明・体系化を行うとともに、これらの材料科学の基礎を伝授する基盤的な講座を維持し学生の教育にあたる必要がある。一方で、公的研究機関では材料データベースの構築や最先端の研究開発を推進するための各種試験設備、解析・分析機器、解析ツール等の拠点機能の維持向上が必要である。この際に、材料分野は、化学系、金属系、セラミックス系、繊維系、半導体系等、あるいはこれらの複合材料や再生材料等のようにその種類が多岐に渡るため、より具体的な検討を行うためには、これらの材料種類別にブレイクダウンする必要がある。即ち、「材料種類別の研究拠点」として、上述の分散型及び集中型の研究拠点の整備・高度化を図る必要がある。

一方で、このような「材料種類別の研究拠点」に加えて、建設材料等の構造材料や各種の機能性材料のように材料開発から応用開発までの一貫した研究拠点の構築が効果的と考えられる分野もあり、これらについては、「材料～応用一貫型の研究拠点」として、今回の検討目的である産業競争力強化への効果を明確にして整備していく必要がある。

（下記、概念図参照）



■ 材料種類別の研究拠点

<例1:化学材料に関する研究拠点>

- 化学材料には広汎な目的分野があるため、比較的短期間の集中研究によって全ての目的分野で次々世代材料の開発を行うのは困難であるため、細分化した分野専門家を有する大学の基礎研究に期待するところが大である。各応用分野では、システム研究はかなり進んでいるが、それ以上進めてイノベーションに結びつけるには、材料のブレークスルーを必要としているケースが多い。例えば燃料電池において現在以上の性能向上、コスト低減を達成するには、重要構成要素である電解質、触媒等について基礎研究に回帰してのブレークスルーが必要と考えている研究者が多い。応用側がニーズを提示して、基礎側の多種の分野専門家が連携してそれに答えていく、という様な研究拠点が必要である。

○ 研究要素

- ・ 用途別に必要な、有機化学、高分子、無機化学、生化学、電気、電子等の各個別学問分野
- ・ 各学問領域の複合・融合や分野横断的な取組による画期的新材料創出 等

<例2:金属材料に関する研究拠点>

- 主要大学・附置研究所に加え、文部科学省主管の物質・材料研究機構等の独立行政法人が研究拠点の機能を有しており、これらの拠点が各々の特徴を活かしつつ、更なる高度化を図っていく必要がある。

特に、金属材料に関する公的な研究機関においては、当該分野が直面している課題のなかでも、企業単独では解決が難しい資源・環境・エネルギー問題の抜本的な技術革新や国として技術担保が必要な溶接・めっき・金型等々のモノづくり基盤技術への取組を充実して欲しい。

○ 研究要素

- ・ 高温プロセスに関する反応プロセス工学、界面制御工学、輸送現象論 等
- ・ 金属材料に関する、材料物性、材料加工、材質制御 等
- ・ 金属材料の腐食、疲労、破壊現象の解明、表面処理、接合等の関連技術 等

■ 材料開発から応用開発までの一貫した研究拠点

<例1:革新的建設材料に関する研究拠点>

- 豊かな暮らしと安心・安全な社会資本の形成を実現するために、高度な耐震性、長期の耐久性等を有する都市構造や次世代のニーズに対応した新しい空間の創

出に繋がる建設分野の革新的材料に関わる研究拠点

○ 研究要素

- ・ 高強度鋼、高強度コンクリート等の革新的構造材料による新構造システム
- ・ ナノ破壊損傷機構解明に立脚した高耐疲労、高耐食、高耐熱鋼材の開発
- ・ 高強度セラミックス、超塑性セラミックス、高強度金属材料
- ・ ライフサイクルコスト低減、長期的な構造物安全性確保に繋がる補修技術等

<例2:超電導技術に関する研究拠点>

○ 超電導材料から超電導応用までの一貫した研究拠点の構築

○ 研究要素

- ・ 超電導材料(特に、ビスマス系、イットリウム系 等の高温超電導材料及び更なる新材料系)
- ・ 超電導機器(超電導発電機、MRI、エネルギー貯蔵、配送電ネットワーク機器 等)
- ・ 超電導システム(粒子加速器 等)

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

大学及び公的研究機関の主要な機能として、両者にとって重要な「研究」機能と、主に大学に関係する「教育」機能の二つの機能があげられる。

大学及び公的研究機関の「研究」機能に関しては、産業競争力の強化という観点で産業技術に大きな影響を与える卓越した研究成果が創出されるためにも、産学が連携して成果の実用化に至るシナリオを共有化し、より深化させる必要がある。そのためにも、先ずは産業の実態・課題が良く認識されるような仕組みの拡充が必要であり、課題共有化のための場の設定、双方向の人材の交流、あるいはインターンシップの充実、産業界からの連携講義の実施等も考えられる。更に、課題解決に向けて、具体的な研究課題への対応に関して、専攻・学科にとらわれずに大学や公的研究機関の有する広汎で総合的な知恵、異分野の融合が促進されるようなマネジメントが期待される。また、研究者がより自由な発想で研究遂行が行えるように必要な研究予算の充当や予算管理面での効率的な方策が講じられる必要がある。

一方で、大学の「教育」機能に関しては、研究拠点として優秀な人材を育成・輩出する上で最も重要な事項であり、最高水準の研究拠点を支えるための基礎的な研究基盤技術を体得させるとともに、成果の実用化の視点を磨くために産学が連携してインターンシップの充実や産学連携講義の開催等の対応策を行う必要がある。更に、大学の教員が「教育」に携わるインセンティブを向上できるように、教育システムの改善や必要な教材の充実等に貢献した教員が評価される仕組みの導入・改善等の施策が必要であると考えられる。また、世界から優秀な人材を集め、グローバルな交流を誘発するために、国際的な人材登用を積

極的に進め、在外の有力研究機関とのパートナーシップ構築を行う等の研究環境の整備を充実させることや管理構造を多層化せずチャレンジングかつフレキシブルな研究を促進する組織運営を行うことが必要である。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

材料分野の大学及び公的研究機関の「研究」機能に関しては、トップレベルの研究成果を生み出すために、まずは優秀で豊かな発想の人材が必須であり、更に、研究手段としては、最先端の実験施設、計測機器、解析ツール(ハード・ソフト)、必要に応じてパイロット設備等の革新的な材料開発に必要なユニークな装備が必要となる。

また、大学においては、最重要課題である当該分野の人材育成を行う拠点として、「教育」機能を確保するために、材料科学の基盤技術を扱う講座等の研究基盤の維持が必須である。更に、基礎研究～応用・実用化までを視野にいった場合、研究開発の成果がグローバルなデファクトスタンダードとなるような「材料技術基準」(材料品質規格・検証試験方法・設計法など)の作成・発信をも活動の範囲に含める必要があると考えられる。

5. 民間産業界との関係

材料分野の大学及び公的研究機関の「研究」機能に関して、産学官連携の観点からは、材料分野の研究課題が高度化・複雑化しているため、特に研究課題の設定に際して産業界と十分な擦り合わせが行われることが必要である。このためには双方向の人的交流の促進を行い、民間産業界の課題が共通認識されるような取組も重要である。また、材料分野においても研究内容に関わる秘密保持の徹底、知的財産権等の成果の活用に関する円滑な協議が行われることも重要な要素である。

また、大学の「教育」の一環として、材料分野の産業界の実態、ニーズに関する理解を深めるために、実際の現場での長期のインターンシップの実施や産業界との連携講義等を実施することは、将来の材料分野における世界最先端の研究拠点を支える学生の教育上も有効な手段であると考えられる。

6. 研究拠点のマネージメントの在り方

材料分野の大学及び公的研究機関の「研究」機能に関して、産学官連携の視点からは、研究開発課題の設定に際して産業界とニーズの共有化を図ること、課題の解決にあたっては研究拠点を中心として学内外の異分野の融合が図られ新規性のある技術の提案が行われること、また、絶えず世界的に最先端のレベルであることをベンチマークすること、また公的研究機関においては、これらの活動に加えて基礎的な材料データベースの構築を行うこと等も必要であると考えられる。これらにより、未踏領域を開拓し、科学技術の裾野の拡充を図り、民間企業ではなし得ない革新的な材料技術に関わる新たなブレークスルー技術をいくつ提案できるかが重要なポイントであると考えられる。

また、このような世界最先端の研究成果を生み出すためにも、これらを担う研究人材の育成は最重要課題であり、大学の「教育」に関しては、繰り返しになるが、次世代を担う優秀な研究人材の育成に尽力すると共に、このための「教育」に携わるインセンティブを向上させるマネジメントが必須である。

7. その他

我が国の材料分野は、国際的にも強みを有する分野であると考えられるが、更なる競争力の維持・強化のために、我が国独自の創意工夫に基づくオリジナリティのある拠点を創り出す努力が重要であると考えられる。

⑦ナノテクノロジー

1. 拠点を形成することの意義

(産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など)

ナノテクノロジー(ナノテク)分野においては、グローバルCOEプログラム(現21世紀COEプログラム)、ナノテク支援PJ他複数の施策により、特徴ある研究テーマ、施設、設備等をもつ研究室、拠点が整備されつつある。

いくつかの少数の拠点は世界最高水準の設備を有しており、これが広く産官学の先進的研究室で活用されれば日本においてナノテク研究を行うことの明確な優位化要因となる。また設備としてやや先進的あるいは現行世代の多数の設備についても、日本全体の研究者に活用されることにより、多彩なアイデア実証、融合研究への端緒を開く役割を果たすことができる。

ナノテク分野は多産多死を是とするシーズ的研究が多数行われ、それが産業的、社会的ニーズに結びつくことが期待されている。よって当分野の研究開発を一層深化させると共に産業競争力強化に結びつけるには、拠点として特定の研究テーマに限定された大研究室を新たに小数作るよりは、機動的に有望なシーズ技術に研究費を付与し、育成することを支援する方が望ましい。すなわち「研究拠点」としては、高価でかつ使用頻度の高い計測機器、加工機器をさまざまな研究室、研究所で共有するようなネットワーク型ナノテクファウンドリの形成が有効である。

ネットワーク連携の類型としては以下の3つが考えられる。

- ①計測、加工施設・設備として最先端の少数の拠点をネットワーク連携する
- ②計測、加工施設・設備として先端的であるが装置の稼働率に余裕があるものをネットワーク連携する
- ③計測、加工施設・設備として普通であるが、取扱いが容易等のため、コンセプト検証、融合研究に機動的に使えるものをネットワーク連携する

上により産業界のみならず、大学等からのアクセサビリティも向上し、多彩な研究資源の活用効率を向上させ、シーズ研究とニーズとの適合を図ることと、大学の講座間のシーズ研究同士のシナジーにより革新的シーズ技術の創生も期待できる。

ナノテクファウンドリの形成は、計測機器、加工機器の共用による費用の分担、稼働率の向上など、共同利用・負担分散の利点が大きく、参加企業、大学の研究開発投資効率がよく、シーズ技術開発に資する。

2. 拠点を構成する研究要素

それぞれに特徴を持った、計測、試作、加工技術を研究している拠点、或いはその施設を持つ研究拠点、ファウンドリを、擬似的にひとつの巨大ナノテクファウンドリとして運営するネットワーク型ナノテクファウンドリを整備する。

それぞれの個別拠点には、先進デバイスのプロトタイプングを容易とする、装置を持たない研究者でも迅速なアイデア検証を可能とするボトムアップ的なもの（前節②、③）、エレクトロニクス、ナノバイオ研究に必要な最先端の高度な計測、加工等が行えるもの（前節①、②）を、それぞれの設備、研究の性質に応じて整備し、それぞれネットワーク型連携をする。具体例として以下がある。

[加工装置]

電子ビーム描画装置、スパッタ装置、露光装置、エッチング装置、
イオンミリング装置、収束イオンビーム加工装置、ウエハ酸化炉、各種CVD装置、レーザ加工装置

[計測、解析装置]

電界放出電子顕微鏡、レーザ顕微鏡、走査型プローブ顕微鏡、
デバイスプローバ、X線回折装置、透過電子顕微鏡、分光エリプソメータ

[先端計測装置]

放射線利用施設、放射光施設、ビーム計測、分子プローブ、
DNAシーケンサ、MRI

これらをそれぞれの性質別にネットワーク的に連携させ、各拠点外の研究者からアクセスの窓口と運営組織を置き、ユーザと設備リソースを共有・統合する。

上のようにリソースの活用効率を向上させることによりナノエレクトロニクス、ナノバイオ、ナノ応用科学（基礎材料、量子物理等）のコンセプト研究の実証を促進するとともに、量子情報通信、量子コンピューティング等、将来有望ではあるものの不確実性の大きな研究テーマの揺籃期を支える機能を果たす。

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

ナノテクを支える計測技術等では、SPRING-8 など最先端のものがあり、また全国の大学等には特徴ある研究施設等がある。ナノテクはアイデア検証のシーズ的研究を数多く行い、ニーズに結びつけるという観点から、既存の拠点の有効活用、アクセスの容易化、装置を持たない研究者に研究機会を与えることが重要である。これにより、多彩なシーズ技術の蓄積とニーズとの接触機会の増加を図る。

米国にはNNIN、NSRCなど、複数の拠点をつなぐネットワーク型拠点があり、特にNNINでは主としてナノテク技術全体の底上げを目的として人材と技術を育成している。地域、他大学

へ公開され、ハブとなる技術相談窓口があり、また利用水準の適正化と拠点間競争の促進のため有償でサービスを提供している。年間 4,600 名のユーザに活用され、産業界の利用のみならず大学同士の相互利用も 3,500 名と極めて多い。

これを凌駕すべく、ナノテク研究のリソース全体の活用効率を向上するための“ハブ”を作り、ネットワーク結合型として大学、国研、公設試、民間企業の各拠点の連携した運営を図ること、ひとつの“巨大”ナノテクセンタを建設する。大学等に分散している個々の施設・設備に対して投資資金、運営資金等の供給と利用の高度化のための管理を行う運営・ステアリング機関の設置が次節以下述べる“ハブ”の根幹となる。

上のように個別拠点、特に大学の学生、研究者が他大学等の施設を相互に利用しあうことで、知の創造・蓄積の場である大学間の連携も促進し、全体的なアカデミアの水準向上等を図る。また計測、加工の経験、技術の蓄積による、装置開発とビジネス化の促進、並びにナノテク関係の研究人材の育成の効果も期待できる。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

①特徴ある計測、加工技術を持つ個別拠点：

- ・高価或いは大規模で、大学、企業単独で取得、維持運営が困難なもの。
- ・アイデアの迅速な試作・検証ができる比較的安価で操作が容易な加工、計測機器と支援スタッフを備えたもの。

②ステアリング機関と運営担当機関：

個別拠点を結びつけるネットワーク型ナノテクファウンドリの“ハブ”としての審議、運営機関。

③技術リエゾン：

ユーザに課題に合致した拠点を紹介し、2週間以内にアクセス可能となるよう支援。
全拠点の施設の状況の把握。

④技術スタッフ：

設備等の維持・管理、オペレーション、ユーザへの技術サポート、指導、教育。

⑤オープン利用：

大学、国研、民間企業の研究者が容易に計測、プロトタイピングに利用可能に。

5. 民間産業界との関係

方針検討等を行うステアリング機関において、産業界からのメンバが参加し、拠点間の投資、資源配分の検討の場で意見を述べる必要がある。ここにおいて産業界のニーズを提示し、大学側のシーズを提示し、すり合わせる機会とする。

また運営を担当する機関にも産業界からの参画し、人材交流、意見交換が日常的に行われることが望ましい。加えて、大学(理論)＝材料メーカ＝デバイスメーカ＝セットメーカ、といった垂直連携型、異業種・異分野融合型のバリューチェーンでの共同研究を促進する仕組みが必要である。

6. 研究拠点のマネジメント

ネットワーク型ナノテクファウンドリの“ハブ”すなわちステアリング機関と運営担当機関を設け、運営状況の把握、運営方針等の執行、投資計画の取り纏めを行う。当該機関は、学官民から出向したメンバで構成する。

運営の枠組みとして以下の項目について詳細検討を行う必要がある。

- ・意思決定・運営における透明性確保。
- ・運営資金の拠出の分担、それに応じた権利義務の配分等の綱領。
- ・課金制度導入。
- ・設備利用実績を運営にフィードバックする仕組み。
- ・学官民より管理運営の経験に富んだ運営スタッフの確保。
- ・府省をまたがる複数の制度等からのファンドを効率的かつ適性に運用する仕組み。

特に、それぞれの施設・設備がある「親機関」(大学、公設試等)と連携を密にしながら各施設等に対して投資資金、運営資金等の適切な配分・供給、ネットワーク全体としての利用計画の執行等を適正に管理するため、担当府省に対する連絡担当部署には、官の優秀なスタッフが必要である。

研究情報、知的財産の取扱い規準を十分議論して定める必要がある。共有情報と秘匿情報を容易に管理できるようなファシリティの工夫、および知の拠点が、単なる海外への技術の流出拠点とならないよう参画者の管理、機密保護契約の厳格化を行う。

7. その他(関連の政府施策等)

[大拠点型COEについて]

名門研究所を人為で簡単に作り出せるものであるなら、世界中に名門研究所があふれているはずである。マクロ的施策によって名門の種を成長させることは可能であるが、種そのものを作り出すことはできない。言い換えれば、もともと世界的に認められている業績を上げている拠点からしか、トップの研究拠点は育成できない。

従ってCOE事業での候補拠点の選定基準を厳しく(世界5位以内等)し、その他を振り落とす。その際あくまでも「その研究分野では国内で有数」ではなく、「世界で有数」という規準とすべきである。

また、一度COEとして選定された拠点に対しても選別のしくみを作ることが肝要である。すな

わちプログラム開始後一定の年数経っても世界トップにならない「COE」への政府資金の援助を打ち切り、他の拠点に回すといった措置が必要である。ミシュランガイドのように専門分野別にワールドワイドでの格付けを常に行い、一度付いた“三ツ星”に安住できないようにすべきである。

優れた種をCOEとして目立たせることで、学術、教育成果の生産性等が厳しく注目され、切磋琢磨せざるを得ないようにすることが卓越した研究拠点を作ることに繋がる。

[複数ファンドによる拠点、研究プロジェクト運営について]

府省をまたがる複数の制度等からのファンドを受ける場合、人件費、実験費などの運用を制度別に厳格に切り分ける等の管理が要求される。事務工数、研究現場の管理工数等の unnecessary 増加を抑制し、効率的かつ適正に運用するためファンド別の切り分けをやめ、マッチングファンドを1本の契約で研究に投入するなど予算科目の柔軟な運用を許す等の検討が必要である。

⑧水環境利用技術

1. 拠点を形成することの意義

- ①環境分野は国際的に関心の高い課題であるため、国内外の一流研究者を集めることが可能であり、世界レベルの研究センターとすることが可能である。
- ②特にアジアにおいて、今後環境問題が経済発展を阻害する最大の課題になると考えられる。このような状況で、日本は、環境科学については、世界的に高いレベルにあり、環境科学の研究拠点を創ることは、日本を含むアジア経済の発展に貢献できる可能性がある。
- ③中でも水の利用は、今後の国際的な課題であり、特にアジア圏経済の発展における大きな課題である。水利用技術の中で、日本は、水処理用の膜の技術には強いが、エンジニアリング技術などでは弱いのが現状である。水利用について広く研究する拠点を設けることで、膜技術の強みをシステム全体の競争力に活かせる。また、拠点を形成することで、人、資金の集中化が可能となり、川上から川下まで総合的な研究が可能となる。

2. 拠点を構成する研究要素

- ①水処理技術
 - 材料研究：膜分離、吸着剤、イオン交換樹脂など
 - 応用研究：高度浄水技術、下排水処理・再利用技術など
- ②水利用システム技術（配水、料金回収、水処理施設の保守管理）
- ③水循環科学（水資源管理、水有効利用、水環境圏管理）

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

- ①アカデミア、産業界からトップクラスの研究者を招聘する。
- ②海外、特にアジア圏の研究者を招聘し、アジアにおける研究拠点とする。
- ③水利用については、自然科学的見地のみでなく、政治的、社会的な面からの検討も必要となるため、社会科学の研究者の協力を求めることも必要と考える。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ①そなえるべき機能は、水利用を総合的に研究する、学際的な国際センターである。
- ②規模は、水処理に地域性があることから、拠点とともに幾つかの実証施設を含めて

100人以上は必要と考える。

- ③設備については、水質が地域や用途毎に異なるので、各地域にカスタマイズした設備が必要である。また、実証プラントでは、比較的大型の設備が必要になると思われる。

5. 民間産業界との関係

- ①水利用は、国土交通省、厚生労働省、農林水産省、経済産業省、環境省等の複数の省庁が関連する総合的課題であり、政府の主導的な役割が期待される。さらに、海外との連携を考えた場合には、政府の外交方針とも絡んでくる。
- ②このような中での民間産業界との協力関係は、省庁横断的取り組みの中で進めて行くべきと考える。また、海外への展開に際してはODA予算等も活用することを検討すべきである。

6. 研究拠点のマネージメントの在り方

水利用技術は、アジア経済において重要な課題であることから、アジアの研究者の招聘、アジアの研究機関との連携等を考慮に入れる必要がある。また、水利用技術は多くの学際的な分野にまたがるため、学問の障壁を取り払って実態に即した研究を遂行するのに適したマネージメントが望まれる。

- ①水処理材料研究は、企業に任されているのが現状である。関西地区の大学ではいくつかの研究例があり、神戸大学、京都工芸繊維大学などである。
- ②水処理応用研究について北海道大学が研究を進めてきており、多くの技術者を輩出している。ただし、札幌というロケーションもアジアのセンターという意味では考慮する必要がある。
- ③東京大学では、都市工学科を中心に、下水道ではMBRの研究、上水道では、水質の研究やNF膜の研究が盛んになっている。多くの中国、韓国からの留学生が水処理分野の研究を行っている。また、日本の上水道は東京都水道局が強いと言われており、高度上水処理やNF膜の技術開発が盛んである。下水道事業団もMBRなどの技術開発を進めている。
- ④京都大学は衛生工学の伝統があり、下水分野で活躍されている。
- ⑤産総研では以前RO膜の研究がなされていた。産官学をまとめる上では重要な存在と考えられる。

7. その他

水環境利用技術分野でモデルとなる拠点としては、例えば以下2例がある。

①米国 NWRI (National Water Research Institute)

NWRI は、水源の問題(環境、生態など)から、各種の水浄化技術、該技術が環境に与える影響まで広範囲にカバーしており、大学や公的研究機関、民間企業とも連携して研究を進めている点で参考となる。ただし、分散型である点(拠点にはヘッドクォーターがあるのみで実際の研究は大学や地域の水処理局で実施)が、ここで考えている研究拠点とは異なる。米国では、大学で水処理材料研究も行われている。

②シンガポール

直近の例として、シンガポールの動きは参考になる。シンガポールは、マレーシアから水源を引いている関係から、国策として膜技術を用いた下廃水処理・再利用、海水淡水化をいち早く実用化してきた。それらのプラントはショウケースとして世界各国にPRされている。さらに、PUB(Public Utility Board)や The National University of Singapore を中心に世界の水処理研究機関、企業との連携を積極的に推進しており、世界の水処理技術センターとなろうとしている。オランダのコンサルタントとの契約、IDA(International Desalination Association)への働きかけ、GEの水処理研究開発センター構想などがその例である。

⑨原子力

1. 原子力の将来展望

総合資源エネルギー調査会原子力部会において、原子力政策大綱(2005 年 10 月閣議決定)の基本目標

①2030 年以降も、発電電力量の 30～40%程度以上の役割を期待

②核燃料サイクルを着実に推進

③高速増殖炉の 2050 年の商業ベース導入を目指す など

を実現するための具体策について審議し、8 月に「原子力立国計画」をとりまとめた。この中で、原子力発電の新・増設、既設炉リプレイス投資の実現や、既設原子力発電所の活用、核燃料サイクルの着実な推進とサイクル関連産業の戦略的強化、高速増殖炉サイクルの早期実用化、次世代を支える技術・産業・人材の厚みの確保・発展、わが国原子力産業の国際展開支援といった上記基本目標に対する実現方策について、具体的なアクションを提示している。

国、メーカー、電気事業者など関係者は、「原子力立国計画」を実行に移して基本目標の実現を目指すこととなる。

2. 直面している課題への対応

現在、我が国では 55 基の原子力発電所が運転しているが、電力需要の伸びの鈍化から、今後 20～30 年にわたり、国内における原子力発電所の新規建設は低迷する見込みである。その一方で、2030 年前後からは、現在稼働中の原子力発電所の大規模な代替炉建設需要が発生する見込みであり、それまでの間、原子力分野の技術・産業・人材の厚みを維持・発展できるかどうかということが深刻な課題となっている。

この課題への対応について「原子力立国計画」では、先ず 2030 年前後からの代替炉建設需要をにらみ、世界市場も視野に入れて、国、メーカー、電気事業者が一体となったナショナルプロジェクトとして、日本型次世代軽水炉開発に着手すべきであるとしている。欧米各国での原子力発電の見直しや、途上国での原子力発電の新規導入といった動きが出てきており、世界の原子力発電所の新規需要は拡大の方向にある。その中で、我が国メーカーが世界市場で通用する規模と競争力を持つように体質を強化し、新規建設を獲得できれば、技術・産業・人材の厚みを維持・発展することにつながる。

3. 新型炉によるイノベーションの創出

高速増殖炉が軽水炉に続く将来の重要な電源として認識されており、今後、開発資金はナトリウム冷却高速増殖炉に集中的に投資される。高速増殖炉の候補として、

ヘリウムガス冷却炉や、鉛ビスマス冷却炉など様々な新型炉も検討されたが、ナトリウム冷却炉が資源有効利用性や経済性等の観点から、今後開発を進めるべきものとして選定されており、これ以外の新型炉によるイノベーションの創出は現時点では考えられない。

ナトリウム冷却高速増殖炉については、日本原子力研究開発機構が主体となって研究開発を進めている。

4. 国際的な研究拠点と人材育成

原子力分野の国際的な研究拠点として、3. 項でも触れた日本原子力研究開発機構が挙げられる。同機構は、国家基幹技術である高速増殖炉サイクル実用化研究開発、国際共同開発で進める国際熱核融合実験炉計画、世界最先端の量子ビームテクノロジーを結集するJ-PARC計画、原子力発電を進める上で必須の高レベル放射性廃棄物処分技術研究開発、などを推進している。今後、産官学の連携をさらに強めて、日本原子力研究開発機構の強化を図ることが必要である。

また、大学・大学院等における原子力の人材育成の充実を図るため、文部科学省と経済産業省が連携し、「原子力人材育成プログラム」事業を平成 19 年度新規事業として開始するが、産官学が足並みを揃えて人材育成を充実し、かつ育てた人材の受け入れ先を整備していくことが重要である。

⑩新エネルギー

1. 拠点を形成することの意義

(産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など)

太陽光、風力発電、燃料電池などの新エネルギー技術は化石燃料の枯渇、温暖化対策などの将来の世界的な課題に対して、大きな貢献ができる分野である。この新エネルギー技術分野では、日本は太陽光発電システムで世界トップの生産量を誇るとともに、燃料電池でも世界トップレベルの技術水準を保有している。これらを産業として立ち上げるべく、国のプログラム(大規模実証)が動きつつあり、日本は新エネルギー技術分野で世界をリードしている。今後とも、継続して、日本の産業界が世界トップレベルを維持し、世界に貢献していくためには、本分野で継続してイノベーションが生み出され、その技術を産業界で実用化していくという正の研究開発循環が必要である。

新エネルギー分野は多くの研究領域が融合した技術分野であり、拠点を形成し、多くの研究者が集まることにより、融合領域の研究が加速され、新たなブレークスルーが生まれる可能性が高まる。

2. 拠点を構成する研究要素

太陽光、燃料電池などの新エネルギー技術のブレークスルーには、材料、発電デバイス、システムなど様々な要素技術の革新が必要であり、1つの拠間で一定の方向付けの中で、各要素技術研究の相乗効果で優れたイノベーションが創出できると考える。また、拠点を形成することにより優秀な研究者の結集、研究者の育成、産業界への優秀な人材の供給などの面でも大きなメリットがある。研究要素としては以下の項目が挙げられる。

- ① 新しいエネルギー源に関する基礎研究(水素製造、低温排熱利用など)
- ② 現在、産業となりつつある太陽光発電、燃料電池などの次世代技術研究

- ・ 次世代の材料

- 太陽電池:ソーラーグレードシリコンの製造・シリコン結晶高品位化技術、シリコン薄膜化技術、次世代セル用材料

- 燃料電池:低コスト固体電解質膜材料、低コストセパレータ材料、低コスト固体高分子膜材料、水素貯蔵材料 等

- ・ デバイス:次世代太陽電池セル(薄膜セル、色素増感セル)低コスト製造プロセス技術

- ③ 発電デバイスの特性評価技術

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

(現在の研究水準をどう見ているかを含めて下さい)

新エネルギーの研究者は各大学の各学科に分散しているため、有力大学(あるいは独法研究機関)を核として、そこに各分野の優秀な人材が集結する仕組みが必要である。そのためには、「新エネルギー工学科」のような、境界領域・分野を融合した新しい学科を作ることが有効である。留意すべきことは以下のとおり。

- ・ 現状の大学毎の縦割りではなく、各大学からの優秀な研究者の結集と海外研究者の招聘
- ・ 民間の研究者との人事交流、連携
- ・ 継続的な研究資金の投入
- ・ 境界領域、分野を融合した研究体制構築
- ・ 欧米、特に米国の DOE の研究機関や有力大学(MIT、UC バークレーなど)との連携
- ・ 中国や韓国などアジアの研究機関を含めることにより、アジアでの拠点として位置づけること
- ・ 例えば、エネルギー供給と製造業(リサイクル等も含む)、社会インフラ形成(交通、都市、水など)等を全体最適な循環型社会システムとして構築するような広がりを持つ研究体とすること

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

研究拠点は基礎から実用化まで、スペクトルの広い研究機能を有する必要がある。加えて、研究拠点には種々の機関で開発された新エネルギーデバイス(太陽電池、燃料電池など)のエネルギー変換効率の評価・認定のための公的認証機関としての機能が望まれる。拠点の規模は有力大学のひとつの学科程度(教授・助教授:10 数名、客員研究員:20 名、ポスドク:10 名、ドクターコース:50 名)が必要である。また、基礎基盤研究におけるオンリーワンの評価設備の開発と導入が望まれる(例:電極反応のその場観察、水素挙動の見える化など)。

5. 民間産業界との関係

大学のシーズと産業界のニーズをうまくマッチングするため、民間企業との合同プロジェクトを構築し、基礎研究成果がスムーズに実用に移行できる仕組みづくりが重要である。この場合、1 社との共同研究ではなく、業種を越えた多くの企業の参画を募り、素材からデバイス、システムまでを視野に入れた新エネルギー全体に係る先導的

研究を推進し、研究成果が産業界全体の利益になるようなマルチクライアント的システムを構築すべきである。このためには、産業界との共同研究や寄附講座を設けるなど、産業界からの優秀な人材の派遣や資金提供が必要である。また、アジアの優秀な学生に対する博士号取得支援や成果のオープン化なども検討すべきである。

6. 研究拠点のマネジメントの在り方

国際級の研究拠点を形成するために、世界から研究マネジャーや研究者を集められるような魅力と競争意識醸成が必要である。マネジメントについては、海外研究機関への研究者流出防止や海外の優秀な研究者獲得のため、研究者の研究能力や業績に基づく研究裁量・責任の付与と十分な報酬が肝要であり、そのための外部評価委員会の設立が不可欠である。また、関連業界・政府関係者との交流やアジア各国との連携の仕組みづくりも必要である。

⑪省エネルギー

1. 拠点を形成することの意義

(産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など)

アジア、特にエネルギー大消費国となりつつある中国やインドで、エネルギー効率を上げるとはエネルギーセキュリティおよび地球温暖化対策として重要であることは、論を待たない。日本は世界一の省エネルギー国家を形成しており、わが国の省エネルギー技術をこれら地域で普及させることはこれら地域の国からも求められており、日本の産業競争力強化に貢献する。しかし、省エネルギー技術は電気機器や自動車、製造プロセスなど広範・多様な技術分野を包含しており、この分野の研究拠点構築を検討するためには分野を限定せざるを得ない。ここでは、クリーンなエネルギーで、かつ技術の波及効果の大きい、電力の高効率利用技術(パワーエレクトロニクス)に関する研究拠点を構想する。

パワーエレクトロニクス(パワエレ)機器は、太陽光発電等の新エネ電源、ハイブリッド電気自動車、FA機器、エアコン等の家庭電化製品などの製品の省エネ化のキーパーツとして、その応用が拡大しており、小型・高効率・高信頼化が求められている。このような小型・高効率・高信頼のパワエレ機器の実現により、日本の強いパワエレ産業の国際的優位性をさらに高め、今後の日本を支えるハイブリッド電気自動車、ロボット、FA、エネルギーなどのシステム産業を一層強化することができる。また、クリーンなエネルギーである電力を利用し、かつ高効率のパワエレ機器は、化石燃料枯渇や地球温暖化といったエネルギー問題や地球環境保護問題の解決に大きく貢献できる。

2. 拠点を構成する研究要素

小型・高効率・高信頼のパワエレ機器を実現するためには、次のような技術、パーツが必要である。

- ① キーパーツ: SiC、GaN、ダイヤモンドなどの超低損失パワーデバイス、超熱伝導性絶縁材料、超高性能冷却フィン
- ② サブパーツ: リアクトル、コンデンサ、トランス
- ③ 設計技術・実装技術
- ④ 解析技術・評価技術

これらの研究開発のためには、新しい原理や材料からブレイクスルーする研究に端を発して、周辺の要素技術を有機的に連携させて、システムまでまとめあげていくような研究拠点としての機能が期待される。

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

(現在の研究水準をどう見ているかを含めて下さい)

わが国トップのパワエレ研究者を有する大学(あるいは独法研究機関)を核とし、「パワーエレクトロニクス研究所」のような研究体として拠点化する。また、アジア各国および先進国政府との連携の下、積極的に海外研究者を招聘するとともに、世界トップ技術を有する企業・大学とも連携する。この際、留意すべきことは以下のとおり。

- ・ 民間の研究者との人事交流、連携
- ・ 継続的な研究資金の投入
- ・ 境界領域、分野を融合した研究体制構築
- ・ 中国や韓国などアジアの研究機関を含めることにより、アジアでの拠点として位置づけること

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

省エネルギー研究拠点は SiC 結晶育成や超熱伝導性絶縁材料開発のような基礎研究から、SiC パワーデバイスの設計・実装・解析・評価技術のような実用化研究まで、極めて広範囲の研究領域が要求される。また、種々の機関で開発された省エネデバイス・システムのエネルギー効率の評価・認定のための公的認証機関としての機能を果たすことも望まれる。拠点の規模、設備については有力大学のひとつの研究所程度(教授・助教授:10 数名、客員研究員:20 名、ポスドク:10 名、ドクターコース:50 名)が望ましい。

5. 民間産業界との関係

大学のシーズと産業界のニーズをうまくマッチングさせないと良いイノベーションは生まれなため、民間企業との合同プロジェクトを構築し、基礎研究成果がスムーズに実用に移行できる仕組みづくりが重要である。この場合、日本の省エネ産業の競争力強化のため、業種を越えた多くの企業の参画を募るなど、研究成果が産業界全体の利益になるようなマルチクライアント的システムを構築すべきである。このためには、以下の施策が必要である。

- ・ 各産業分野ごとの主要分野からの優秀な人材の派遣
- ・ アジアの優秀な学生に対する博士号取得支援、成果のオープン化
- ・ 個別テーマによる連携ではなく、組織と組織との面の連携

6. 研究拠点のマネジメントの在り方

国際級の研究拠点を形成するために、世界から研究マネジャーや研究者を集められるような魅力と競争意識醸成が必要である。マネジメントについては、海外研究機関への研究者流出防止や海外の優秀な研究者獲得のため、研究者の研究能力や業績に基づく研究裁量・責任の付与と十分な報酬が肝要であり、そのための外部評価委員会の設立が不可欠である。また、関連業界・政府関係者との交流やアジア各国との連携の仕組みづくりも必要である。

⑫ものづくり工学

1. 拠点を形成することの意義

（産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など）

ものづくり技術は、半導体などの微小な製品からロケットなどの巨大な製品まで、全ての形ある物に生産する上で関ってくる非常に広い領域をカバーしている概念である。例えば半導体など個々の製品が開発対象となる場合においても、これをものづくり技術開発と捉えることが可能であるが、ここでは個々の製品開発については他分野の提言に任せる。本提案ではものづくり分野としてなるべく独立分類化が可能なテーマとして、最もオーソドックスであり製造業全般に関係することからインパクトが大きい「製品の製造工程」に着目し、その自動化をテーマに取り上げ提言する。

〔産業競争力上の意義〕

製造業において国際競争力を保つためには、独自の製品を、独自の方法を使用して高品質・低コストで生産し、低価格で供給する開発・製造・販売体制を整える必要がある。ここで、「独自の方法」及び「高品質」「低コスト化」が製造体制に課せられた競争力強化のための条件である。「独自の方法」は競業他社との製品の性能・品質・価格上の差別化を図る上で重要であり、これを囲い込む目的でも最近では製造業の国内回帰が目立っている。一方「低コスト化」については相対的に労働単価が高い日本での生産は依然として不利な状況にある。また、特に日本では少子高齢化に伴う労働者人口の減少が問題になっており、この問題は単なる単純労働者の減少のみならず、従来日本の産業を「高品質」に支えてきた高度な技能やノウハウを有した技能者の後継者の断絶といった重大な問題を含んでいる。

このような状況のもと「製造の自動化」は、「独自の方法」による囲い込みと「高品質」「低コスト化」を両立するための有効な解決手段であり、これまでも主に単純作業工程において自動化が進展してきている。しかし、様々な製造業が今後とも国際競争力を保っていくためには製造工程において、個人の高度な技能やノウハウの反映、自律的な工程最適化、工程内の自律的なリサイクル機能などを実現したさらに高度な自動化が必要である。これらを実現し、更に製造工程における新しい機能を常に日本が先んじて開発し実現していくことにより、日本の製造業の国際競争力を保つことが可能となる。

〔拠点化の意義〕

例えば、現場の経験則や暗黙知を効率良く蓄積し再現するシステムだけを考えても、作業環境の詳細な把握、動体の認識・モデリング、大容量情報蓄積・抽出、精密ハンドリング・加工など高度な物理、科学知識が必須な課題が山積している。このような課題を解決するために国のトップレベルの頭脳を集めた先端的な研究拠点が必要である。

また、代表的なもののづくり技術である製造工程の自動化は総合技術であり、一貫した試作・評価設備、人材の集積による多分野のシナジーが必須である。個別の要素技術を分散して育成しても、それが統合されなければ実証できない。また、実証を通じて判明した新たな課題を共有しなければ革新的なテーマ設定が出来ない。また、個々の課題は対象とする製品の特徴を強く反映しており、具体的な実例をもつケーススタディを複数課題実施し、その共通概念を見出すことによって、初めて広く利用できる普遍的技術が確立される。

日本にはロボット技術、精密加工技術、エレクトロニクス技術、部材技術、環境技術など強い技術が多く存在する。製造工程の自動化技術はこれらのすり合わせ技術の面を有しており、拠点化はこれらの技術をしっかりと製造工程の自動化という目的で最適化するための研究開発に有効である。こうしたすり合わせ方式の拠点は日本独特のものであり、他国にはまねの出来ないものになると考えられる。この領域の研究開発は日本でしか出来ないという地位が確立すれば自然と世界の人材も日本に集まり、その知恵の活用も可能となる。

2 拠点を構成する研究要素

- ・ 作業者、柔軟物(ワイヤなど)、付着物(配線、配管、梱包、切り子、油脂など)を含んだ製造対象など、組み立て作業環境全体のモデリング
- ・ 環境変動・突発的事象への柔軟な対応、および事象からの自動復旧技術
- ・ ロボットによる熟練技術者の汎化知識獲得など、ヒト・ロボット協調型作業教示に関する研究(知能化、人間工学、感覚工学等も統合)
- ・ 多品種生産や製造物の世代更新に追従する最適生産・ゼロエミッションプロダクト循環システム技術(小さなモノを小さく作る「小さな工場」や、オンデマンドかつリコンフィギュラブルで環境負荷の小さい生産システムの確立につながるもの)
- ・ 必要最小限のハンドでロボットを構成するための汎用ハンドの研究と、それを運用するための作業ライブラリに関する研究
- ・ 負荷状態に動的に対応できる変速機構を備えた高速マニピュレータ技術
- ・ 高速高精度位置決めを実現する振動制御技術等

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

- ・ 学問的見地から想定した容易に解決可能な仮想的な問題ではなく、世界的な製造業の競争の中で製造現場において現実直面している重要課題など実際の問題にチャレンジすること。
- ・ 実際の問題解決のために、課題の要素技術への的確なブレークダウンを行い、必要となる要素技術を持つトップクラスの研究機関と連携すること。
- ・ 提案された課題に対する解決法を検証・改良可能にするため、高度な製造工程設備を実際に備えた施設を設けること。

- ・ものづくり技術は、原理・原則だけを追求する基礎研究分野ではなく、産業界での応用に主眼を置くべきテーマであり、その意味からも、現実の問題に日々直面している産業界の研究者も参画すること。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ・原理確認やアイデアを試すことが出来る、フレキシブルかつ高精度な設備を備えたラボ
- ・共通的課題を扱うことが出来る模擬工場設備
- ・研究成果が企業に自由に使えるよう、試作・技術移転に応じるスタッフを保有・育成すること。
- ・研究者が課題を抽出しやすいように、議論・意見交換などの場を定期的に持つこと。
- ・個別の企業が、自社の事情やノウハウを拠点と共有しながら、知的資産を守ることが出来る機密保持体制

5. 民間産業界との関係

- ・この分野の研究開発では、産学連携が必須であり、両者がイコールパートナーとして参加できる仕組みが必要。
- ・民間企業内に実証ラインを建設運用し、より深い知識と経験を蓄積すること。
- ・これまでの、成功・失敗・実例について、機密保持の上、研究者と情報を共有すること。
- ・人材のローテーション、設備の開放などを通じたオープン化

6. 研究拠点のマネージメントの在り方

- ・他の要素技術を持つ研究機関との連携において、単に要素技術の集合とならないように、すり合わせにより最適解を追求するための仕組みを創設すること。その際拠点のマネージャがイニシアチブを取れるように予算権限等を持たせること。
- ・マネージャは、達成すべき目標の設定、目標を実現するために必要な要素技術の具体的な課題抽出ができる人物でなければならない。そのため出来れば実務経験が長く、かつ、学問領域にも精通した民間人が望ましい。
- ・研究成果に応じたダイナミックなリソースの配分
- ・産官学の有識者からなる第3者機関による透明性のある研究成果評価システムの導入
- ・産・学間の人的リソースの相互交流

⑬防災・減災

「社会技術によるアジア自然災害研究拠点」

1. 拠点を形成することの意義

＜背景＞

- ・わが国では今後30年以内に東京、大阪、名古屋など大都市周辺では、大地震の発生が極めて高い確率で懸念されている。特に首都圏直下では M7 クラスの大地震が70%の確率で予測されて、発生した場合の被害は国内にとどまらず、アジア地域をはじめとする全世界に重大な影響を与える。被害額は120兆円に及ぶとされる。
- ・アジア地域においてはスマトラ地震など地震をはじめとする台風、洪水など自然災害による被害は極めて大きく、世界的に見てもその大きさは特筆され、これらの地域においては人命被害を低減することは最重要課題である。

＜防災・減災テーマの特徴＞

- ・社会が被る損失をいかに軽減するかが最大の目的で、民間企業の立場を超えた官民一体の取り組みが必要となり、企業利益よりも社会的責任や貢献の視点が優先される。
- ・新たな知の創造よりも知の活用面が重視される。
- ・地震など突発的な同時広域な自然災害に備えるには既往や最先端の要素技術の統合と、これを使う人間行動を支える仕組み作りが重要で社会工学的な視点が不可欠となる。

＜研究拠点形成の意義＞

- ・東京など世界にまれな複合都市の被害低減のためには、都市に居住する人間のライフスタイルを考慮した人間工学的な観点や、都市に内包される種々の構成要素を総合的な社会システムとして、自然科学と人文系科学との融合する新たな研究拠点の果たす役割が大きい。
- ・「世界トップクラスとして位置づけられる研究拠点」の構築により、自然災害リスクの最も高い日本の防災・減災技術と最高レベルにある研究成果を世界に発信することで日本のプレゼンスが高まる。これがアジアで尊重され、評価が高まることで、我が国の産業競争力の源泉となり、アジアとの共創サイクルの構築が可能となる。またこれらの地域と協力、主導しながら我が国の防災技術を普及・発展させることにより、アジア地域の災害対応能力が向上し、社会基盤・インフラ等の整備事業への

展開が図れる。同時にアジアに多くの拠点施設を持つ日本企業にとって、安定的な事業継続管理(BCM)が可能となり、産業競争力の向上に寄与する。

- ・防災・減災対策を具体的に進めるプロセスで発生するさまざまな技術開発に伴い、従来のハードな事前対策だけでなく、発災直後の即時的な情報収集・伝達など通信・情報の技術分野などで、新たなニーズが生まれる。

2. 拠点を構成する研究要素

- ・自然災害は発生の前後にわたり時系列に沿った対応が必要となる。本拠点は常時の研究者の育成だけでなく、発災直後から事後にかけての早期復旧に向けての国際的な活動に専門家集団としてのアドバイスを行い、後方支援の役割を果たす。
- ・我が国は、地震や津波による多くの災害の経験を経て、他国に先駆けて、防災対策に関する先端技術やシステムを保有している。また、最先端研究を社会問題の解決に役立てようとする社会技術は、日本の強みを示すことができる分野である。従って、研究拠点を設置することにより、アジア各国からの研究者に日本の独自技術を還元し、結果として日本がアジアから尊敬され、さらに優秀な人材が集まるという好循環を生み、我が国の産業競争力の源泉となる。
- ・研究拠点は、下記のような研究部門および機能で構成される。
 - ①社会技術研究：防災に関する社会技術の設計手法、危機管理・リスクマネジメント、法システム、社会心理学、経済学、国際文化比較
 - ②自然災害研究：地震発生物理、津波地震、火山噴火、地球計測・地震観測
 - ③防災・減災システム研究：災害情報収集・共有・伝達のプラットフォーム、情報通信技術、ロボット技術、地震・構造物・対応行動までの統合シミュレーション
 - ④構造システム研究：耐震設計法、制震・免震システム、耐震補強、構造モニタリング
 - ⑤被災時対応研究：災害時の対応のあり方に関する研究。例えば、ボランティアの活動を最大化する仕組み、災害時の救急医療・メンタルケア体制、救援物資のロジ確保など。
- ・上記のうち、②は主に理学系(地球物理学系)、③は情報通信系・機械工学系、④は土木系・建築系が中心であり、最先端の研究が、真にアジア防災問題の解決につながるように、①の社会技術により文理融合に必要な知を総動員し、活用する。
- ・④が社会基盤を整備する事前のハード技術主体であるのに対し、③は情報通信関連で、特に災害発生時のソフト・ハード両面の技術が必要となる

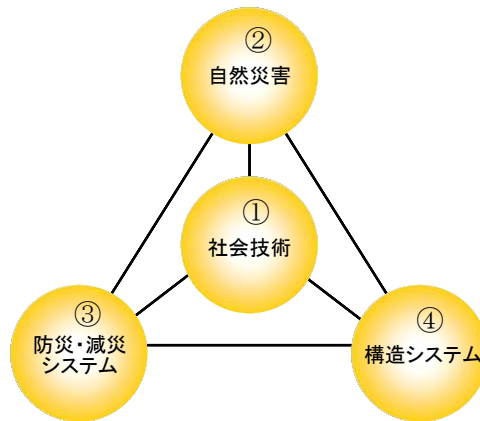


図 社会技術によるアジア自然災害研究拠点

- ・総務省「安心・安全な社会の実現に向けた情報通信技術のあり方に関する調査研究会」の事例では、「災害対策・危機管理」に対して、情報通信システムのあるべき姿が検討されているが、膨大な情報を整理、分析し、即座に提示したり、刻々と生じる災害等情報を、知識処理等により分析し、有用な要約情報に自動処理することなどが重要な研究要素である。

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

- ・我が国が世界に誇る防災技術、革新的構造材料等の製造・利用技術、情報ネットワークを通じたモニタリング・診断技術、災害対応ロボット技術などの要素技術と、人間工学・社会工学等のソフトを加えた先端融合拠点を核に、アジア圏との研究ネットワークを形成して幅広く柔軟な対応のできる人材を育成する。特に社会技術は日本独自の研究分野であり、世界に類を見ないユニークな研究拠点となり得る可能性がある。
- ・国際防災マイスター制度の創設によって、研究拠点における参加者の国際的な評価や位置付けを高め、世界トップクラスの人材の確保を図る。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ・研究拠点として以下の機能をもつ。

①災害データベースの統合

現在多くの公的機関や、民間企業が保有する自然災害データベースを統合、一元化統合管理することにより、必要なデータの即時共有化を可能とする。

②既往実験施設の相互利用ネットワークの構築

既往の大型振動台、風洞実験、水理実験施設など必要な試験施設を共同して活用するしくみを作る。日本版 NEES の構築を目指す。

③シンボル性を持たせた超耐震施設の構築

防災科学を始めとして先進的・革新的な構造材料の利用による制震、免震技術、超耐震構造の実現、災害防止・被害評価に関わる情報ネットワークの形成、広域被害予測シミュレーション、及びそれらに関わる金融工学的な評価など、広範な知見を集約し、災害時に拠点としての機能を発揮できる施設の構築。

- ④大型コンピュータや高速ネットワークなどは最先端の情報通信技術の整備
基盤研究環境の基本となる情報通信設備を備える。

- ⑤先端的な研究環境の整備

関連防災機関の現状を考慮し、研究員の規模としてはこれらと同等以上の研究者を確保する。民間企業からの研究者と海外からの研究者の連携が特徴となる。米国の世界トップレベルの研究所と同等の大学教授30～50人、民間企業からの博士研究者50～100人程度の規模を想定。次世代をリードする優秀な研究者を世界中から集めるためには、共通言語の研究環境だけでなく、創造的な学問、研究の場にふさわしい環境・雰囲気の醸成が求められる。

5. 民間産業界との関係

- ・防災技術は、要素技術を統合する過程で融合研究領域から創出されることが多く、経済社会ニーズに基づく課題解決に向けた積極的な取組により形成される。このため、産業界の積極的な参画により、先端的な融合研究領域に着目した研究プロジェクトを企画する必要がある。各企業の抱えるトップクラスの人材を派遣するなどして、産業側のニーズを明確にすること。
- ・産学共同による研究拠点であり、人材育成拠点であること、実用化を見据えた基礎的段階からの研究を実施することなどを前提に、研究資源の提供など産業界からの明確なコミットメントが望ましい。

6. 研究拠点のマネージメントの在り方

- ・すでに国内外で多くの防災関連の研究機関が活動しており、これらの機関との情報交換や連携を可能とするネットワーク化が大切で、全体の動向を把握できる戦略的なマネージメントが求められる。産業側から積極的な参加と研究マネージメントを監視できる仕組みが必要となる。
- ・防災に関する活動成果は単に研究論文にとどまることなく社会に還元され、地域社会に密着し、実際に活用、評価されて初めて有効な技術として活用される。このための具体的な仕組み作りや管理が必要となる。

7. その他

・米国では1990年代より大学を中心に相互の連携を図り、研究成果や必要な情報を共有化しようとする目的で以下の試みがなされている。これらの組織と国内の研究拠点との連携を図ることにより、新たなプロジェクトの創設やリアルタイムな情報交換が可能なネットワークが構築され、米国とより緊密な協力が可能となる。

①米国NSFでは、画期的な変革をもたらす工学システムの実現を目的としたERC (Engineering Research Centers) 制度が設立されており、研究開発および技術の統合を行うセンターを大学に設置している。現行の22件のERCプロジェクトのうち3件が地震工学に関するプロジェクトである。

②米国では地震工学に関する大学研究連合 CUREE (Consortium of Universities for Research in Earthquake Engineering) が組織されており、全米30大学、365人の教授が参加して主要なプロジェクトに取り組んでいる。

⑭ナノバイオ

1. 拠点を形成することの意義

（産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など）

[産業競争力上の意義]

ナノバイオテクノロジーは、ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合分野の技術であり、その応用は医療、医薬、食品、環境など様々な分野に渡る。

バイオテクノロジーの研究を促進するためのナノテクノロジーによる支援はバイオ分野の産業化に大きく貢献する。

産業界は、拠点の持つ多様な専門知識を活用することにより、無駄な試行錯誤をせずに済むと共に、拠点の持つ高度な計測機器、加工機器等の設備を使うことにより、研究を加速できる。

[拠点形成の意義]

ナノテク研究において試行錯誤によるシーズ研究は非常に多岐に渡るため個々の研究は小さな研究単位で行われるが、それらが拠点到に集結することで、様々な融合研究の成果が得られる。

例えば、スタンフォード大学の Bio-X プログラムでは、生物学や医学とエンジニアリング、コンピューターサイエンス、物理学、化学等との学際的な研究が行われており、新たな連携により生命科学と他の分野の両方において、重要な発見や創造的な発明が加速される仕組みを作り出している。

2. 拠点を構成する研究要素

日本の強みである材料技術、製造・加工技術、計測技術、また今後重要さを増す計算科学(シミュレーション技術)に重点を置く拠点構成とする。

・生体ナノ材料

- －生体適合材料に関する材料技術およびその製造技術
- －体内留置型センサのための生体適合材料技術
- －埋め込み材料の安全性予備確認のための分子シミュレーション技術、計測技術

・ナノ加工技術

- －ドラッグデリバリーシステム用ナノ粒子(ナノカプセル)に必要な材料技術および薬剤充填のためのナノ加工技術(製造装置および品質保証のための計測技術)
- －診断装置用アタッチメント(医療検査デバイス)の加工、材料技術
- －医療用ナノマシン(NEMS)技術

・バイオセンサー

- －術者ナビゲーションのためのナノセンサ、エレクトロニクス技術
- －創薬スクリーニング用マイクロアレーの材料及び加工技術
- －簡易生化学検査のためのセンサの材料技術
- ・ナノ計測技術
 - －生細胞解析診断用マーキング技術を支える材料技術およびその開発のための結合状態計測技術、分子シミュレーション技術
 - －放射線等診断に関する検査薬(造影剤)のための評価技術
 - －標的蛋白との結合状態解析のためのナノ計測技術、分子シミュレーション技術

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

異分野融合が叫ばれているが、個別分野に関する研究において世界的な研究をして、異分野間の研究の横断的なつながりや連携が希薄で、特に医工連携により組織の壁を越えて異分野融合による新製品を開発することが難しい。それをコーディネートする組織がないこともその要因である。それを解決し、異分野間のコミュニケーションがスムーズに行える組織が求められる。

- ・異分野間の連携をコーディネートする仕組みを作る。特に異分野の専門用語の理解を助ける仕組みが必要である。
- ・高度な計測機器や加工機器を備え、共同利用に供することで人材をひきつけると共に、異分野研究者の接触の場を作る。(そのときは、知的財産権、研究成果、秘密情報の取り扱いに注意する。)
- ・人材交流(異分野を中心として産学、国際間)。
- ・ネットワークで他の拠点(含、海外拠点)と接続。
- ・研究成果を海外に向けて発信する。
- ・サポートスタッフの充実。
- ・文科省による基礎研究投資のみならず、基礎研究の成果の利用省庁との連携による投資。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ・学際的研究のコーディネーション機能(医工連携)
- ・人材育成(特に複数分野専攻の人材)
- ・設備のオペレータ(技官)の充実
- ・バイオデータベースの整備
- ・シミュレーション環境の整備
- ・外部研究機関とのネットワーク接続
- ・維持管理に手間のかかる設備の保有(例えば、放射性同位元素を扱う設備)

- ・拠点の規模:研究者 200 人
(参考:スタンフォード大学 Bio-X 要員 600 人)

5. 民間産業界との関係

- ・ナノ材料は産業界が強みを持っており、それを大学の生体ナノ材料研究のシーズとし、さらにその研究成果を再び産業界で実用化する。
- ・ベンチャー企業との交流を活発に行い、研究成果の早期の製品化を行う。
- ・企業で試作した装置を拠点に持ち込んで、大学、企業から集まる拠点の研究者が評価を行う。
- ・拠点の高度な設備を企業が利用できるようにする。

6. 研究拠点のマネージメントの在り方

- ・個別研究を行う研究者間の風通しを良くする。
- ・学際的な研究の優遇(医工連携の促進)。
- ・研究拠点間の交流促進(ナノテク研究拠点のネットワークへ接続)。
- ・プロジェクトリーダーのリーダーシップ開発。
- ・マネージメントの透明化(PDCA サイクルの実施(目標、運営、成果報告、評価のオープン化))。
- ・外部の目利きの活用。
- ・シーズとニーズの出会いの場を創出。
- ・知的財産の適切な処理(特許の権利配分等)。
- ・守秘義務、機密保持の徹底。(外部者の立ち入り禁止や設備の管理のための拠点への入室管理の徹底)

⑮超高度計測

1. 拠点を形成することの意義

(産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など)

- ・高度計測技術は、真理の探究を目指す基礎研究のみならず、「科学技術をベースにしたモノづくり国家」を目指す日本にとって必須である。学術的貢献、様々な産業分野でのイノベーション創出の支援から、人類の安寧の確立まで、その波及効果はきわめて広い。
- ・目標が宇宙や素粒子の解明などの基礎研究に限られてはいるが、すでに「すばる望遠鏡」、「スーパーカミオカンデ」などの日本オリジナルの観測・計測システムが国際的に認知されている。半導体をはじめとする産業応用分野でも、オリジナルな計測技術によるインパクトの大きい成果が数多く生まれている。すぐれた研究者と研究土壌がある超高度計測技術は日本が世界の最先端に立てる可能性の高い分野である。新しい拠点により、この動きを加速させたい。
- ・市販の装置に依存する限り、真に独創的な研究成果は生まれえない。今回の拠点では、世界にまだない(お金を出しても買えない)オリジナルな超弩級計測技術・システムを自ら開発し、そのフラグシップ装置を核に世界の英知を結集するとともに、産業への活用をはかる。
- ・すでに、複数のユーザーが利用可能な高度研究拠点として「大型放射光研究施設(Spring-8)」などが産業界に広く利用されている。このような既存の拠点についてはいっそうの高度化をはかるとともに、既存の大型施設には無い計測技術の開発、高度化をおこなう研究拠点を新設し、単独の大学や研究機関では持ちえない世界トップレベルの超弩級研究インフラを実現する。ナノ構造デバイス開発や創薬を支援する原子・分子の三次元立体構造解明や動作状態のリアルタイム観察、極微小病変部位の無侵襲可視化などの生体観察技術、脳活動や精神活動の可視化、などは考えられるターゲットのほんの一例である。
- ・計測技術の場合、特定の応用分野への貢献を目指してナノテク、材料などの研究拠点と連携する形の活動も重要であるが、真の COE であるためには、これまでどこでも出来なかった計測技術を世界に先駆けて実現する研究が必須であり、目的を同じくするトップクラスの研究者、技術者が総力を結集する拠点が必要。拠点におけるフェース・トゥ・フェースの深い議論と、定常的な研究成果発表や外部に開かれたコンファレンスの開催などの情報発信により、イノベーションの創出、国際的なプレゼンスの向上とリーダーシップの確立をはかる。

2. 拠点を構成する研究要素

- ・計測が貢献するビジョン: ①人間、②環境、③モノづくり
(①には、生体、細胞、遺伝子、認知なども含む)
- ・進め方: (1)現在の計測システムにおける、測定対象、分解能、分析感度、計測領域サイズ、精度などの限界を大幅に突破できる新技術の開発
(2)従来は不可能だった対象、現象を計測できる新技術の開発

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

- ・拠点の中心は「人」と「フラグシップ計測インフラ」
- ・今回の「世界トップクラスの研究拠点」は、今後、世界のどこかで同種の議論がなされる際に必ず手本として引き合いに出されるようであってほしい。研究分野に高い見識と指導力を持つ人を拠点のリーダーに任命し、テーマ推進責任と人事・予算配分の権限を与える。日本にとってインパクトの大きい研究ターゲットに絞り、最高レベルの知を結集して、時間をかけた厳しい審査で研究内容を決定する。

- ・世界最高水準の計測インフラを実現するため、また、このフラグシップ装置に係る技術の普及を促進するために、装置の開発段階から産官学のトップ技術集団が参加することが望ましい。

世界唯一のユニークな計測装置が出来れば、世界トップクラスの旬の研究者がおのずと集まってくる。このような研究者のために、思い切った新しいマネジメントと環境整備(待遇)が必要。中心となる研究者が現在所属する組織の研究室ごと(スタッフ、予算ごと)新拠点に移動できるような仕組みも考えられる。

- ・フラグシップ装置の設置と運用に最適な場所、という条件を最優先に拠点の場所を選定。

複数の高度計測技術の研究拠点(大学、独法等)が融合連携する包括的な組織運用も効果的と考えられる。

他の拠点(ナノテク、材料など)計画との連携や融合もありうる。

- ・予算はおもに研究者招聘、サポート体制整備などの研究環境立ち上げ整備に使い、研究予算の獲得は研究者自身の努力に委ねる。トップ研究者なら自分で資金獲得出来るはず。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ・研究テーマを決定、推進できる世界トップの研究者(少なくとも5～6名)
- ・研究者数100～200名程度。
- ・テーマ推進に必要な計測装置、分析装置、解析・評価装置など。

まず装置の開発から着手。

- ・装置を開発できる技術力、維持運用に必要なマシンショッパ、オペレータ
- ・研究者が研究に専念できる研究サポート体制
(総務、経理、広報・渉外、海外研究者受入れ支援等)
- ・国際会議が定常的に開催できるコンファレンスルーム
- ・内外からの一時滞在研究者用宿泊施設、家族のある研究者のための保育施設
(外国人・女性比率向上も意識し、最高の研究者がこぞって集まる環境を整備する)

5. 民間産業界との関係

- ・世界トップ研究拠点には産官学の総力を結集すべき。産業界からも研究者が参加できる仕組みとする。拠点成果の産業応用展開も促進する。テーマによっては民間企業内(または隣接した場所)に拠点の一部を設置することも考えられる。
- ・研究拠点は産業界も含めた外部からの刺激を受け続けることが必要であり、民間企業代表も運営委員として参加し、実業の知識経験をもとに、成果を社会に役立てるという視点から助言、支援を行うべきである。
- ・拠点における知的所有権の扱いの明確化要。

6. 研究拠点のマネージメント

- ・拠点長の強力なリーダーシップ
- ・産業へのインパクトについて助言できるアドバイザリー組織
- ・拠点設置母体(大学、独法、企業など)から独立した組織として、日本の法律の枠内で、独自のマネージメントを行えるようにする。研究効率向上に有効なら、設置母体とは別の組織に運営を委託することも考えてよい。(例: 米国オークリッジ国立研究所のような GOCO)
- ・研究者が研究に専念できる研究サポート体制の整備
 - ー 総務、経理、広報・渉外、海外研究者受入れ支援等
 - ー 研究費を獲得するのは研究リーダー。日常の経費管理はサポート部門。
- ・組織独自の給与体系、勤務体系。年金、退職金の継続。

7. その他

国家的合意が得られたフラッグシップ装置の開発、設置については、特段の財政的措置を講ずることも検討する。

⑩計算科学

1. 拠点を形成することの意義

（産業競争力上の意義、分散ではなく拠点を形成する意義など）

・計算科学は、日本がアジア諸国及び欧米との産業競争力を強化して知的財産を創生しうるための差別化技術であり、将来のモノづくりのパラダイムシフトを生むための不可欠なツールであると同時に、安心安全な社会を構築する上で、複雑な現象を解明して理解することにより創造的、学術的かつ産業発展、人類の安寧の確立まで、広い波及効果が期待できる分野である。

特に、計算科学において、シミュレーション技術という分野は、従来の実験等の経験的アプローチだけでは解決が困難な多くの対象に対して、その解決策を理論的に理解しながら定量的に提示でき、数値的に現象モデルの予測を可能とする分野である。今後、我々が扱うであろう複雑な自然現象の解明や各種製品の複雑構造内部で生じる解決すべき現象は計測が困難なものが多く、限られた実験データと過去の理論に加えて、このシミュレーション技術を駆使することで、ナノやバイオの分野から電気製品や産業機械までの幅広い製品分野で製品開発の開発期間短縮、コスト低減、新構造の発見、等に大きく寄与することが期待できる分野である。また、シミュレーション技術の大規模化、高精度化は、従来困難であった製品全体の熱流体・構造解析やナノデバイスのミクロスケールからの材料詳細設計等が可能となり、製品の性能予測の実現も期待できる。

・計算科学、特にシミュレーション技術は従来から産、官、学にて盛んに研究され、種々の分野でモノづくりに貢献できるレベルまで来ている。これからは、現在叫ばれているマルチスケール・マルチフィジックスシミュレーション技術等の複雑で大規模な現象解析が重要な分野となりつつあり、この内容では従来予測が困難な現象に対して予測を可能にする技術を開発するために学際的なアプローチによる産官学の連携が研究を推進する上で必要不可欠であり、密な連携のためには拠点化が効果大。特に、シミュレーション技術研究と実際の製品への適用との間にはまだ大きなギャップが存在するため、ターゲットを絞り、実際に役に立つシミュレーション技術まで育て上げる環境が必要。また、特定分野ごとにそれぞれソフトウェアを開発するのは今後非効率的であり、創薬、ナノバイオ、先端デバイス、産業機器等に共通に活用できる分野横断的な計算科学ツール開発が望ましく、この視点での開発には拠点での連携が効果的である。

・また、計算科学では大規模高速の計算機環境は必須であり、計算機リソースという膨大な設備投資が必要。また、膨大な解析結果（将来はペタ級）をネットワークでや

り取りすることは現状の分散環境ではデータ通信困難なところもあり、拠点での分析が最適で、計算機等の共有により参加者のコストメリットも大きい。したがって、国としての知識が集約される拠点が必然的。現在、文部科学省を中心に次世代のスーパーコンピューティングのための京速計算機のプロジェクトが推進されている。また、東大生研でも大型計算機環境(地球シミュレータも含む)を中心とした革新的シミュレーションソフトウェアの開発等も進められている。すでに推進されている、このような仕組みとの連携は現実的。現状のいくつかの拠点において、どこかを中心拠点として、他の拠点との連携を円滑に実施することが望ましい。また、既存の大学の計算センター及び国研等のシステムと連携して、国としての最大限の成果を出せる環境が望ましい。

- ・高度な解析技術を開発するためには、解析担当研究者と検証するための実験担当者の密接な連携が必要であり、拠点の形成により効率的な開発が可能。大規模な検証用の実験設備も併設されていることが望ましい。産業応用の場合も、ターゲットを共有して解析と検証がすばやく議論できる環境は拠点方式においてのみ可能。
- ・知識集約の場である拠点であれば、さらに人材育成、教育も対応可能な環境にもなる。

2. 拠点を構成する研究要素

- ・研究対象候補は、流体機械、材料、ナノバイオ、環境、産業機器、情報機器など多岐に広い。基本的には最先端のシミュレーション技術の開発と精度検証、計算科学にもとづくものづくりを実際にも実現して検証できる環境が重要。
- ・内容
 - ・各分野計算科学技術(熱流体、構造、振動、材料、反応、バイオ等…)
 - ・マルチスケール、マルチフィジックスシミュレーション等の新しく先端的な解析技術
 - ・数値計算技術
 - ・プリ・ポスト技術(計算モデリング、計算メッシュ、解析結果可視化…)
 - ・計算機科学
 - ・情報科学
 - ・物理、化学等の基礎理論
 - ・ソフトウェア工学(並列化、デバック、アルゴリズム)
 - ・CG技術、データ処理技術(統計学含む)
 - ・大規模高精度計測・実験技術(従来よりも実物に近く大規模で複雑な現象を実験・計測可能)
 - ・各種関連情報データベースの検索環境(国内外)

- ・分野横断的な解析システム技術

3. 世界トップクラスの拠点とするための方策

- ・前記 2 で記載した構成研究要素がほとんど揃っている環境。
 - ・常に産業界が気軽に参加でき、産業界からのニーズを把握できるプロジェクトが複数存在すること。各企業のセキュリティが堅牢に守られているフェーズと公開できるレベルが明確にいくつかのランクに分かれて定義されている仕組み。
 - ・開発ソフトウェアの知的財産権、著作権等のルールがしっかりして、活用する側にとって融通がきく仕組み。
- ・日本の計算科学水準は基本解析ツール・技術は世界レベルであるが、その実問題への活用技術はまだ不十分であり、実用化との橋渡しをする仕組み。使いこなし技術の蓄積、共有環境。
- ・物理的シミュレーションだけの強化ではなく、ソフトウェアの技術伝承や人材育成及び最適なソフトウェアとしての解析ツール開発がまだ日本では不十分であり、ソフトウェア工学の視点を加味する仕組みが必要。
- ・計算機科学(アーキテクチャ)分野の研究者とシミュレーションソフト開発・研究者の深い連携ができる仕組み。両方の分野がわかる研究者がいる。
- ・計算科学の解析コア技術はナノ、バイオ、デバイス、創薬、化学、機械等を共通に支えるための分野横断的な活用ができる汎用化が望ましい。
- ・複雑現象に対して、物理・化学・機械、さらに数学的な現象モデリングを創出することが出来て、そのデータベースが蓄積され、閲覧できる環境。
- ・常に最新の情報を発信する活動(シンポジウムや国際会議等の主催)が活発。
 - ・拠点の役目として、国内における主要大学及び国の研究機関との超高速な通信ネットワークを構築することで、有機的な連携支援を行なえる環境と運営体制が必要。

4. 研究拠点が備えるべき機能、規模、設備

- ・大規模計算機環境(超並列計算機及びクラスタ系の混合)。
- ・グリッドや各種ネットワーク等の高速通信網における計算機分散環境の中心に位置する。
- ・各種汎用ソフトウェアのサポート。
- ・各種公的な実験データベース及び情報検索が可能な環境。
- ・ソフトウェアメンテナンスが完備され、チューニング専任者が多数いる。
- ・シミュレーション研究者以外に、物理、化学、機械、電機等の研究者のグループも随時滞在。

- ・研究テーマを決定、推進できる世界トップの研究者が随時滞在。
- ・研究者数100名程度。
- ・内外からの一時的な滞在研究者、家族のある研究者等のためのサポート施設。

5. 民間産業界との関係

- ・産官学連携が基本。計算科学シミュレーションは複雑な現象解明だけでなく、ものづくりに貢献できる重要技術であり、産業界からの研究参加と、計算機環境を利用できる仕組みが必要。
- ・産業界が、拠点で開発された計算科学シミュレーションソフトを試行できる仕組み。ソフトウェアの実証ができる環境。
- ・拠点におけるソフトウェア及び成果の知的所有権の扱いの明確化。手続き等を対応するサポート環境。
- ・企業参加時の計算機の共用ルール明確化(費用、セキュリティ等)。
- ・計算科学による産業(世の中)への貢献度を定量的に議論、把握できる仕組み。

6. 研究拠点のマネジメント

- ・ソフトウェアとハードウェアの保守管理。
- ・強力なリーダーシップ、広い知識を持つリーダ層の充実。
- ・産業へのインパクトも含めた助言ができるアドバイザリー組織。
- ・産官学の学際的な情報交流を認める風土作り。
- ・天才肌を受け入れる環境。
- ・拠点設置母体(大学、独法、企業など)からある程度独立した組織独自のマネジメント。
- ・研究に専念できる研究サポート体制の整備。
 - ー 総務、経理、広報、国プロ対応等の支援をするサポート部門の充実
- ・国内外の種々の計算機環境へのアクセスが可能
- ・計測、実験データをうまく理解して数式(数学モデル)に変換できる知識(研究者含む)が集約
- ・数学、物理化学、ソフトウェアも含めた、数値シミュレーション技術の最新情報が集まる仕組み
- ・国内外のあらゆるシミュレーションソフトウェアライセンスを低価格で利用できる環境

＜資料作成担当者＞

①創薬基盤技術：玉田 洋(東レ)

②バイオマス

東レ(株) 経営企画室 玉田 洋

トヨタ自動車(株) 技術統括部 射場 英紀

新日本石油(株) 研究開発企画部 太田 晴久

王子製紙(株) 研究開発推進部 中嶋 慶八郎 (とりまとめ)

③デバイス：江草 俊(東芝)

④情報通信：渋谷 俊昭(富士通)

⑤ソフトウェア：渋谷 俊昭(富士通)

⑥材料

佐々木万治 住友化学株式会社 技術・経営企画室

信田 佳延 鹿島建設株式会社 研究・技術開発本部 R&D企画室

成清 勉 石川島播磨重工株式会社 技術開発本部 技術企画グループ

西出 重人 石川島播磨重工株式会社 航空宇宙事業本部 事業開発部

本田 敦 東海旅客鉄道株式会社 東海道新幹線21世紀対策本部リニア開発本部

鈴木 信邦 新日本製鐵株式会社 技術開発本部 技術開発企画部 (とりまとめ)

⑦ナノテクノロジー：

長我部 信行 日立製作所 基礎研究所

鈴木 信邦 新日本製鐵 技術開発本部

新田 淳 キヤノン 先端技術開発本部

渋谷 俊昭 富士通 政策推進本部

佐々木 万治 住友化学 技術・経営企画室

姫島 義夫 東レ 研究開発部

手嶋 達也 日立製作所 基礎研究所 (とりまとめ)

⑧水環境利用技術：玉田 洋(東レ)

⑨原子力：吉井 良介(東京電力)

⑩新エネルギー

射場 英紀 トヨタ自動車株式会社 技術統括部
太田 晴久 新日本石油株式会社 研究開発企画部 R&D 企画グループ
成清 勉 石川島播磨重工業株式会社 技術開発本部 技術企画グループ
漆畑 広明 三菱電機株式会社 先端技術総合研究所
田井 修市 三菱電機 産学官連携推進グループ（とりまとめ）

⑪省エネルギー

射場 英紀 トヨタ自動車株式会社 技術統括部
太田 晴久 新日本石油株式会社 研究開発企画部 R&D 企画グループ
成清 勉 石川島播磨重工業 技術開発本部 技術企画グループ
漆畑 広明 三菱電機 先端技術総合研究所
田井 修市 三菱電機 産学官連携推進グループ（とりまとめ）

⑫ものづくり工学

尾形 潔 株式会社日立製作所 生産技術研究所 企画室
太田 晴久 新日本石油株式会社 研究開発企画部 R&D 企画グループ
成清 勉 石川島播磨重工業株式会社 技術開発本部 技術企画グループ
田中 健一 三菱電機株式会社 先端技術総合研究所
足立 明宏 三菱電機株式会社（とりまとめ）

⑬防災・減災

宮村 正光 鹿島建設 研究・技術開発本部 小堀研究室（とりまとめ）
山崎 雄介 清水建設 技術研究所

⑭ナノバイオ： 渋谷 俊昭（富士通）

⑮超高度計測

石岡 祥男 株式会社日立製作所（とりまとめ）
長我部 信行 株式会社日立製作所

⑯計算科学： 佐々木 直哉（日立製作所）

産業競争力懇談会（COCN）

東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 〒100-8280

日本生命丸の内ビル（株式会社日立製作所内）

Tel : 03-4564-2382 Fax : 03-4564-2159

E-mail : cocn.office.aj@hitachi.com

URL : <http://www.cocn.jp/>

事務局長 中塚隆雄

