

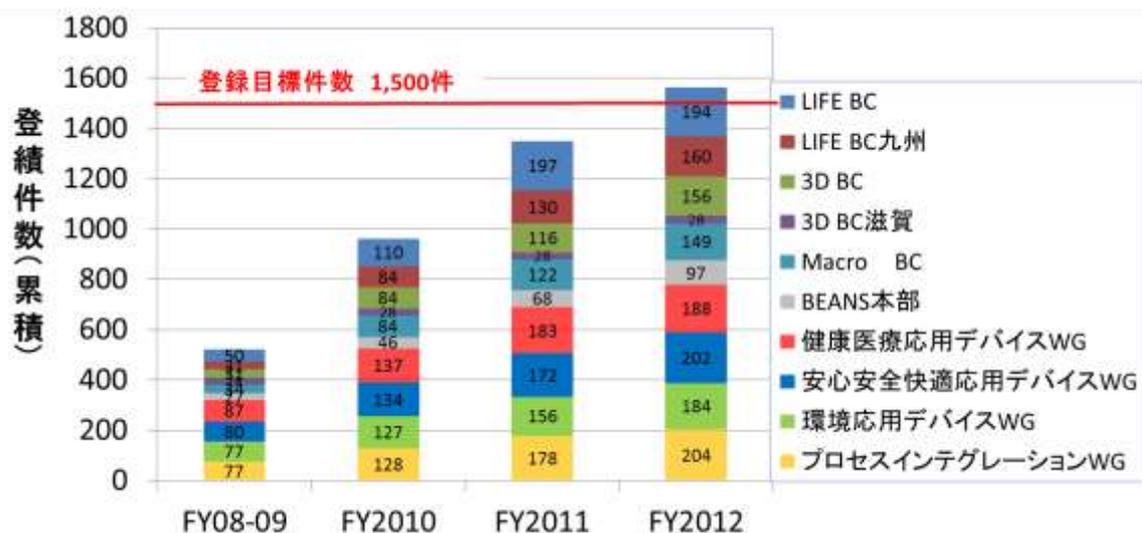
④ 異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備

(1) はじめに

(1)-1 異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの概要

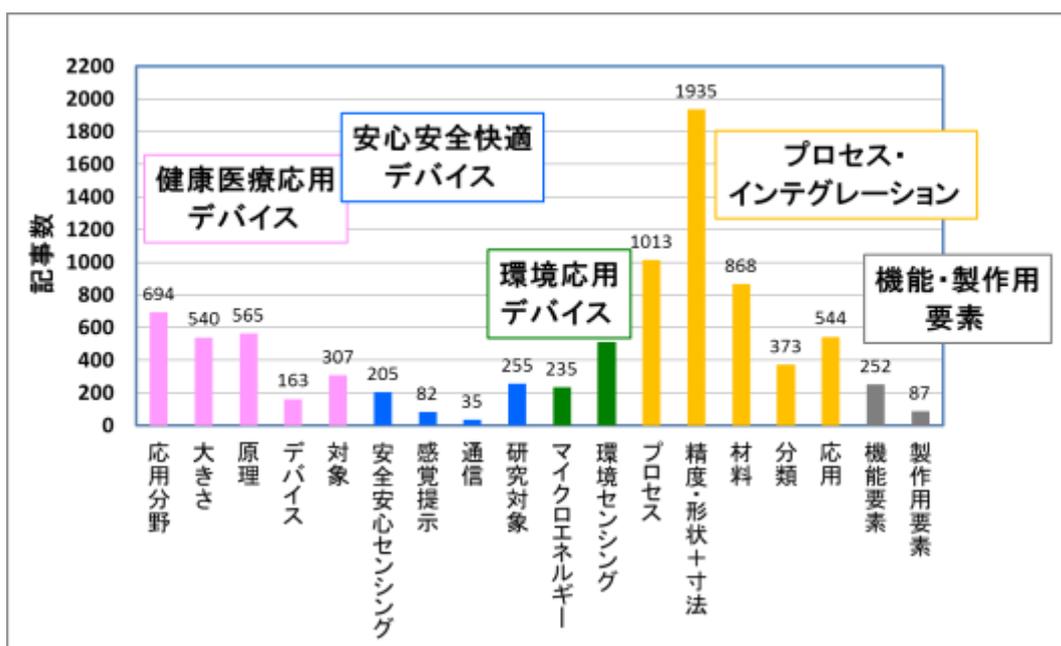
異分野融合型次世代デバイス製造技術の開発の成果、及びこれに関連する新たな知見については、革新的 MEMS の開発を目指す企業研究者・技術者が容易に利用できるようにすることにより、新製品開発・実用化や新たな産業の創造に資することが期待される。そこで、本研究開発項目では、異分野融合型次世代デバイス製造技術の研究開発項目に関わる成果やこれに関連する新たな知見（文献情報等）を系統的に蓄積して、データベース化するとともに、異分野融合型次世代デバイス製造技術関連技術者が容易に利用、閲覧可能なデータベース・システムを構築した。更に、これまでの MEMS 関連プロジェクトで開発されたデータベースとの一元的な情報提供を行えるようにすることで、相互のデータベースの付加価値を高めた。

図④-(1)-1-1.1 に示すように、本知識データベースには、プロジェクトが開始された平成 20 年度から 5 年間の間に得られた様々な知見が蓄積されている。各年度、400 件程度（平成 20 年度から平成 21 年度(FY08-09)は 2 年間で 500 件程度）の知識データの収集が行われており、異分野融合型次世代デバイス製造技術の進展も伺い知ることができるものとなっている。



図④-(1)-1-1.1 各 BEANS 研究センター・WG のデータ蓄積件数の推移（再掲）

また、異分野融合型次世代デバイス製造技術で得られた知見を広く世の中に普及していく上では、個別の技術や研究開発の内容だけでなく、「異分野融合」の技術体系等、研究開発がターゲットとする分野の全体像を示していくことが重要となる。そのため、本知識データベースの構築にあたっては、関連する概念やプロセスやデバイスに関する要素技術と応用との対応等を分かりやすく整理・分類して示した。本知識データベースでは、異分野融合型次世代デバイス製造技術が応用分野として想定する「健康医療応用デバイス」、「安全安心快適デバイス」、「環境応用デバイス」の3つの応用分野と「プロセス・インテグレーション」、「機能・製作用要素」という2つの基盤技術についてカテゴリが整理され、図④-(1)-1-1.2に示すように、各カテゴリに知識データを分類することで、技術分野全体の中での知識データの位置付けを明確化している。



図④-(1)-1-1.2 各分野における知識データのカテゴリ登録件数

(1)-2 取り組みの位置付け

プロジェクトでの研究開発の成果を産業・社会に還元する方法としては、勿論、個々の技術開発で得られた成果を参画した企業が持ち帰り製品化に繋げる、知財化された成果の展開により新たな産業・サービスを生むといった方法があるが、これはある程度、具体的な製品やそれを実現する技術が絞り込まれた段階のものであり、その成果を利用できる対象者は限定される。一方、具体的な製品や有用

な技術が明確になっていない研究者・技術者にとっては、個別の技術に対する詳細で精度の高い情報よりも、要素技術や応用分野について幅広く情報を収集できることが重要であると思われる。特に、異分野技術の融合により、新たな機能・性能を実現しようと試みる場合には、専門外の分野の知見も含めて横断的に技術を俯瞰することが必要となってくる。したがって、異分野融合技術というテーマに沿ってデータを蓄積し、それらを容易に検索・抽出可能とするような仕組みを構築することは、これから異分野融合技術を導入しようとする研究者や技術者にとって利用価値が高く、このような仕組みを用いて情報収集が効率的に行われることにより、結果的に、新製品開発・実用化や新たな産業へと繋がっていくものと考えられる。また、過去の成功事例や失敗事例の提供等を通して、研究開発の課題解決のためのヒントを与えるものとなることが期待される。



図④-(1)-2.1 異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの構築の位置付け

(1)-3 要素研究での取り組み

要素研究として位置づけられる中間評価までの研究開発期間においては、データベースの基盤整備として、知識データベースの技術体系の構築、システム的设计及び運用体制の構築を行った。また、構築したデータベースのプロジェクト内部での運用において顕在化した利用上の課題を整理・検討し、システムの機能の向上を図った。また、各 BEANS 研究センターにより 436 件、BEANS 知識データベース編纂委員会の 4 つのワーキンググループ (以下、WG という) により 526 件の知識データの登録が行われ、合わせて 962 件のデータが蓄積された。

(1)-4 実証基盤技術研究の狙い

中間評価においては、異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースが広く社会に利用され、BEANS プロジェクトの成果が国民へ還元されるという視点で評価が行われ、データベースが提供する情報の整理、付加価値付与のためのシステム機能追加、公開後の長期・安定的な運用に関する提言がなされた。したがって、中間評価後の二年間は、知識データの蓄積を引き続きすすめるとともに、これらの提言を踏まえて、公開後の利用・運用を見据えた知識データベース・システム、知識データの整備を行った。

以下では、中間評価までの研究開発を「データベースの基盤整備」、中間評価以後プロジェクト終了までの研究開発を「データベースの公開に向けた整備」と位置付け報告を行う。(2)節では、中間目標、及び中間成果のまとめとして、「データベースの基盤整備」におけるシステムの設計・構築、知識データの蓄積、充実化と編纂の成果の概要を報告する。また、(3)節の「データベースの公開に向けた整備」では、公開に向けたデータベース・システムの整備、知識データベースの利用価値向上に向けた各種の検討内容、及び公開後の活用の見通しに関する検討内容を報告した後、本研究開発項目の最終成果として得られた異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースによって提供される情報の内容とシステムの機能により実現される付加的情報を説明する。

(2) データベースの基盤整備

(2)-1 中間目標

異分野融合型次世代デバイス製造技術の研究開発項目①～③にかかわる新たな知見（文献情報、特許情報、及び研究成果を含めて）を系統的に蓄積するとともに、MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクトや高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクトなどでこれまで蓄積した技術情報を統合的に取り扱える知識データベース・システムを開発する。また、蓄積するデータは 500 件以上とし、この知識情報を MEMS 用設計・解析支援システムで活用できるようにする。

(2)-2 中間成果のまとめ

(2)-2-1 概要

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベース・システムの機能構築においては、平成 20 年度に実施した概念設計及び詳細設計に基づき、異分野融合型次世代デバイス製造技術データベース・システム、及び運用体制を構築した。また、構築したデータベースのプロジェクト内部での運用において顕在化した利用上の課題を整理・検討し、知識データの入力支援や表示・検索方法といった機能の向上を図った。更に、データベース・システムの拡充に対応できるように、データベース・システムの設備増強を実施した。

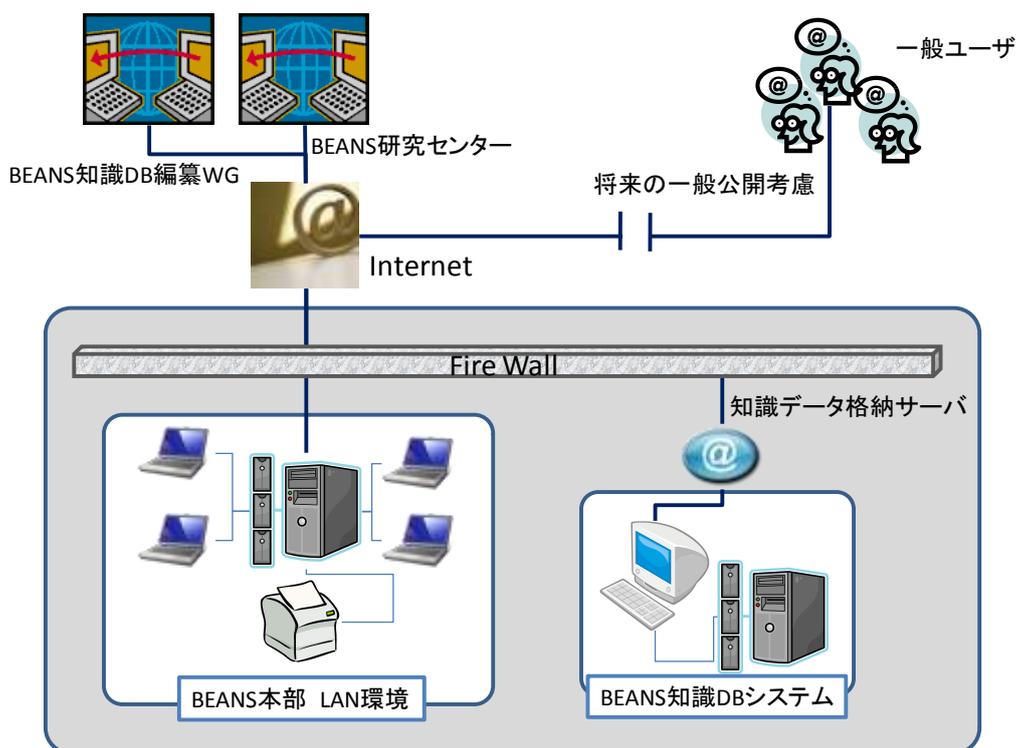
BEANS 知識データの蓄積、充実化と編纂では、本研究開発事業の各 BEANS 研究センターにおける各研究内容に関する成果、関連する国内外学会や技術雑誌等からの文献情報を収集し、436 件の知識データを登録した。また、知識データを補完するため編成された BEANS 知識データベース編纂委員会の 4 つのワーキンググループ（以下、WG という）により、異分野融合分野で新しいライフスタイルを創出する次世代デバイス、製造技術関連の知識データを 526 件登録し、各 BEANS センターの登録するデータと合わせて 962 件のデータが蓄積された。更に、異分野融合型次世代デバイス製造技術を体系化するため、知識データのカテゴリ分類を構築し、この分類に従って知識データの整理を行った。

(2)-2-2 BEANS 知識データベース・システムの機能構築

(2)-2-2-1 運用体系

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの構築においては、知識データの充実化のために、複数の参画機関が入力した知識データを共有化する

必要があった。また、将来的に、蓄積された知識データを広く一般に公開する必要がでてくることが予想された。これらの理由により、知識データベース・システムは、一元的に知識データを入力・閲覧・管理することが可能となるように、インターネット経由で接続可能なサーバに構築した。なお、知識データベース・システム、及び知識データを格納するサーバについては、将来的な運用を考慮し、技術研究組合 BEANS 研究所本部（以下、BEANS 本部）に設置することとした。知識データの運用体系を図④-(2)-2-2.1 に示す。



図④-(2)-2-2.1 知識データベース・システムの運用体系

(2)-2-2-2 データ構造設計

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの構築では、知識データの入力・表示に関して表④-(2)-2-2.1 に示す機能要件を定義した。この機能要件を満たすため、知識データベース・システムの基本パッケージとして Media Wiki を使用し、必要に応じて不足する形で開発を進めた。

表④-(1)-2-2.1 知識データの入力・表示プログラムの機能要件

- ・インターネット経由で複数ユーザによる同時編集・参照が可能なこと。
- ・写真等の画像ファイルが格納可能であり、説明文書と同時表示が可能なこと。
- ・事例の登録ユーザの把握、ユーザ毎の登録事例一覧表示が可能なこと。
- ・分野別の事例一覧表示が可能なこと。

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベース・システムのデータ構造は、Media Wiki システムでデータテーブルに、異分野融合型次世代デバイス製造技術の技術体系の整理のために構築したカテゴリ分類の構造情報を保持するデータテーブル、及び知識データへのカテゴリ付加情報を保持するテーブルテーブルを付加することにより構築した。

なお、知識データのカテゴリ分類については、知識データベース編纂委員会における検討により、「健康医療応用デバイス」、「安全安心快適デバイス」、「環境応用デバイス」の3つの応用分野、及び「プロセス・インテグレーション」、「機能・製作用要素」という2つの基盤技術分野に関する技術分類が設定された。

(2)-2-2-3 システム設計

システム設計としては、ネットワーク構成、ハードウェア構成、ソフトウェアの構成、バックアップ体制についての検討結果に基づき、システムの構成を行った。

ネットワーク構成では、知識データベースの構築に参画する機関がインターネット上から接続可能となるように、BEANS 本部に存在する既存の外部公開用の DeMilitarized Zone (DMZ) に設置し、インターネット上のグローバルな IP アドレス、及びドメイン名 (<http://beanskdb.mmc.or.jp/beans/>) を設定した。ハードウェア構成では、知識データの入力・閲覧・管理に必要な機能の整理を行った上、機器の選定、ハードウェアの構築を行った。ソフトウェアの構成では、基本パッケージとして Media Wiki システムを用い、カテゴリ分類等の拡張機能の独自開発を行う設計とした。また、ハードウェアのトラブルや火災等の事態が起こった場合に備えて、知識データベース・システム、及び知識データの保護を行う体制を構築した。具体的には、BEANS 本部に設置しているサーバに USB により接続されたハードディスクへの自動バックアップを一日一回行うことに加えて、システムの開発を担当したみずほ情報総研株式会社のオフィス内のサーバへのバックアップ

を週一回の頻度で行うようにした。

(2)-2-2-4 データベースへの機能実装

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベース・システムの概念設計及び詳細設計に基づき、データベースへの機能実装を行った。本知識データベース・システム独自に実装された主な機能を表④-(1)-2-2.2 に示す

表④-(1)-2-2.2 中間評価時点で実装された知識データベース・システムの主な機能

項目	実装機能内容
ユーザ認証	<ul style="list-style-type: none"> ・ 知識データベースへのアクセス後、ID とパスワードの入力画面を表示することで、知識データベースの閲覧を関係者のみに制限 ・ 閲覧とは別に、知識データの編集のためのユーザ権限を設定し、編集権限ユーザのためのログイン画面を表示
新規事例入力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 入力が想定される知識データの内容に応じて、4つのテンプレートを用意し、システム上で表示 ・ 「Help：編集の仕方」というページを用意し、入力・編集方法のマニュアルを整備
画像等の表示	<ul style="list-style-type: none"> ・ 知識データのタイトルの変更、TEX による数式入力、画像・動画・音声の入力への対応
カテゴリ設定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 編集ユーザへのカテゴリ編集・登録支援
知識データ集計	<ul style="list-style-type: none"> ・ ユーザ毎の入力記事数、及びタイトルの表示 ・ カテゴリ毎の入力記事数、及びタイトルの表示 ・ 閲覧回数のランキングの表示 ・ 多事例からのリンク数ランキング
知識データ検索	<ul style="list-style-type: none"> ・ 完全一致検索（検索語句が知識データのタイトル、または内容に完全一致する知識データを表示） ・ Wiki 検索（Media Wiki に標準実装されている「あいまい検索」アルゴリズムにより、知識データのタイトルまたは内容を検索） ・ ファイン MEMS 知識データベースサイト内検索 (Google サイト内での知識データの検索)

(2)-2-3 BEANS 知識データの蓄積、充実化と編纂

(2)-2-3-1 BEANS 知識データの蓄積

本研究開発事業の各 BEANS 研究センターにおけるバイオ・有機材料融合プロセス技術の開発、3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発、およびマイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発の各研究内容に関する成果（研究データや科学技術的知見）としての知識データを収集した。また、国内外の学会等における発表論文や技術文献等から収集する当該知識データベースに有用な知識データについても収集、整理した。知識データの蓄積件数は、平成 21 年度末時点で 201 件、平成 22 年度末時点で 436 件であった。

図④-(2)-2-3.1 に本知識データベースで収集される情報コンテンツを示す。これらの情報コンテンツは技術紹介や論文情報の記事の形式で登録された。



図④-(2)-2-3.1 知識データの情報コンテンツ

(2)-2-3-2 BEANS 知識データの充実化

知識データを補完するため、BEANS 知識データベース編纂委員会の 4 つの WG を編成し、異分野融合分野で新しいライフスタイルを創出する次世代デバイス、製造技術関連の知識データをデータベースに蓄積し、充実化を図った。以下に、各 WGL(ワーキング・グループリーダー)を示す。

- 健康・医療応用デバイス WG：東京大学 生産技術研究所 竹内昌治 准教授
- 環境応用デバイス WG：慶應義塾大学理工学部 三木則尚 専任講師

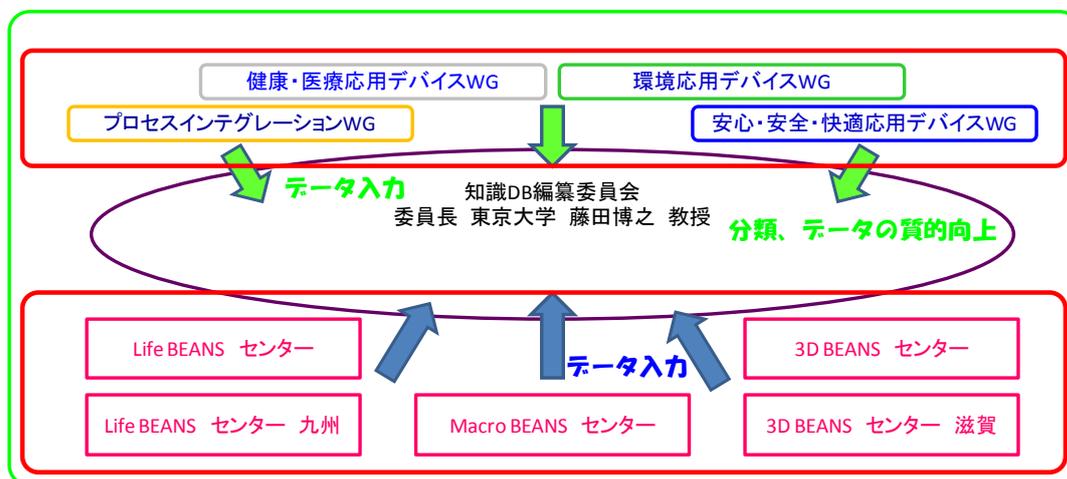
- 安心・安全・快適デバイス WG：東京大学 工学系研究科 杉山正和 准教授
- プロセス・インテグレーションWG:首都大学東京 システムデザイン学部 諸貫信行 教授

WG としての登録件数は、平成 21 年度末時点で 321 件、平成 22 年度末時点で 526 件であり、BEANS 研究センターが実施している知識データの登録と合わせて、522 件（平成 21 年度末）、962 件（平成 22 年度末）の蓄積となった。

(2)-2-3-3 知識データの編纂

知識データベース編纂委員会および 4 つの WG により、BEANS 知識データのカテゴリ分類の変更・追加、知識データの質的向上、BEANS 知識データベース・システムの機能向上のための検討を行った(図④-(2)-3-3.1)。検討結果は BEANS 知識データベース編纂委員会にて、BEANS 知識データベース・システム構築担当に報告、検討の上実現した。

上記の検討内容のうち、平成 20 年度から平成 21 年度は、カテゴリ分離の作成や見直し、及び知識データベースの基本機能の検討に重心が置かれた。平成 22 年度以降はカテゴリ間の登録知識データ数のバランスの評価を中心に行われた。



図④-(2)-3-3.1 知識データベース編纂委員会による検討

(3) データベースの公開に向けた整備

(3)-1 最終目標

異分野融合型次世代デバイス製造技術の研究開発項目①～③にかかわる新たな知見（文献情報、特許情報、及び研究成果を含めて）を系統的に蓄積するとともに、MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクトや高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクトなどでこれまで蓄積した技術情報を統合的に取り扱える知識データベース・システムを開発する。また、蓄積するデータは 1,500 件以上とし、この知識情報を MEMS 用設計・解析支援システムで活用できるようにする。

(3)-2 実施内容

(3)-2-1 概要

中間評価においては、異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースが広く社会に利用され、BEANS プロジェクトの成果が国民へ還元されるという視点で評価が行われ、データベースが提供する情報の整理、データベースへの付加価値付与のための機能追加、公開後の長期・安定的な運用に関する提言がなされた。したがって、中間評価後の二年間は、知識データの蓄積を引き続きすすめるとともに、これらの提言を踏まえて、公開後の利用・運用を見据えた知識データベース・システム、知識データの整備を行った。

知識データベース・システムにおいては、知識データへのコメントの書き込みやユーザ間の情報交換のためのノート機能や類似記事検索・表示機能といった、個々の知識データに付加価値を与える機能の設計・実装を行った。更に、公開後の利用・運用を見据えたシステムの整備を行った。

知識データの整備においては、利用者への価値提供という観点での知識データの内容の見直しを行った。また、異分野融合型次世代デバイス製造技術分野全体を網羅したバランスの良いデータベースとなるようにカテゴリ分類間のデータ・バランスの向上を図った。

(3)-2-2 BEANS 知識データベース・システムの機能構築

以下では、中間評価以後に知識データベース・システムに実装した機能、及び公開システムについて報告する。

(3)-2-2-1 ノート更新の強化

知識データへのコメントを行うノート機能を強化した。具体的には、コメントが記入された場合の更新の通知機能やノート記入のランキング表示を行うようにした。ランキング表示は、編集者へノート記入のインセンティブを与えることを狙ったものである。

機能要件を以下に示す。また、ノートによる記事データの更新依頼の例を図④-(3)-2-2.1 に示す。

- ①閲覧者が記事のノートを編集して保存
- ②記事本文の作者の「マイトーク」ページに表示
- ③記事本文の作者に電子メール送信(作者が希望すれば)



図④-(3)-2-2.1 ノート更新の依頼例

図④-(3)-2-2.2 にノート作成数のランキング表示機能を示す。ユーザ毎のノート記入数をランキング化して、表示する。

ユーザID	ユーザ名	書用数	グラフ
Utsuki	一水正和	4	■■■■
Waka	二田吉典	4	■■■■
T. Esaki	鈴木隆夫	4	■■■■
Yonaka	金子勲	3	■■■■
Waki	三木孝樹	3	■■■■
Fujio	渡辺裕典	3	■■■■
Taniguchi	山口洋	3	■■■■
Sato	佐藤悠一	2	■■■
Watanabe	Nashi Watanabe	1	■
Citeba	チッヂリ洋子ニエル	0	
Watanabe	誠貴洋行	0	
T. Esaki	鈴木隆二	0	
Adachi	安達千波美	0	
Watanabe	森島空花	0	
Fuka	藤田博之	0	
Haga	花井洋一	0	
Araiya	荒井比呂	0	
Ichi	伊藤尚志	0	
Witara	三原冠一朗	0	

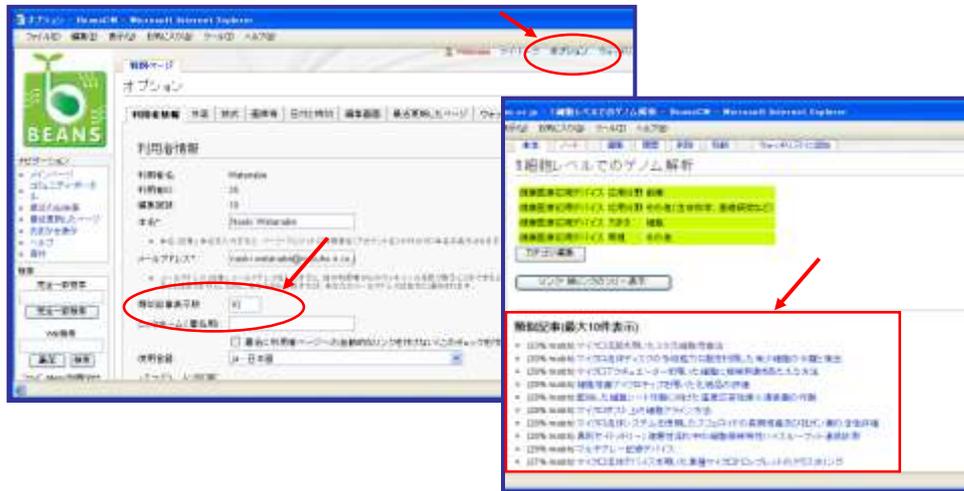
図④-(3)-2-2.2 ランキングの表示例

(3)-2-2-2 類似記事へのリンク機能

本機能は、類似度の高い記事へリンクを作成する機能である。以下の手順で類似度の評価を更新する。

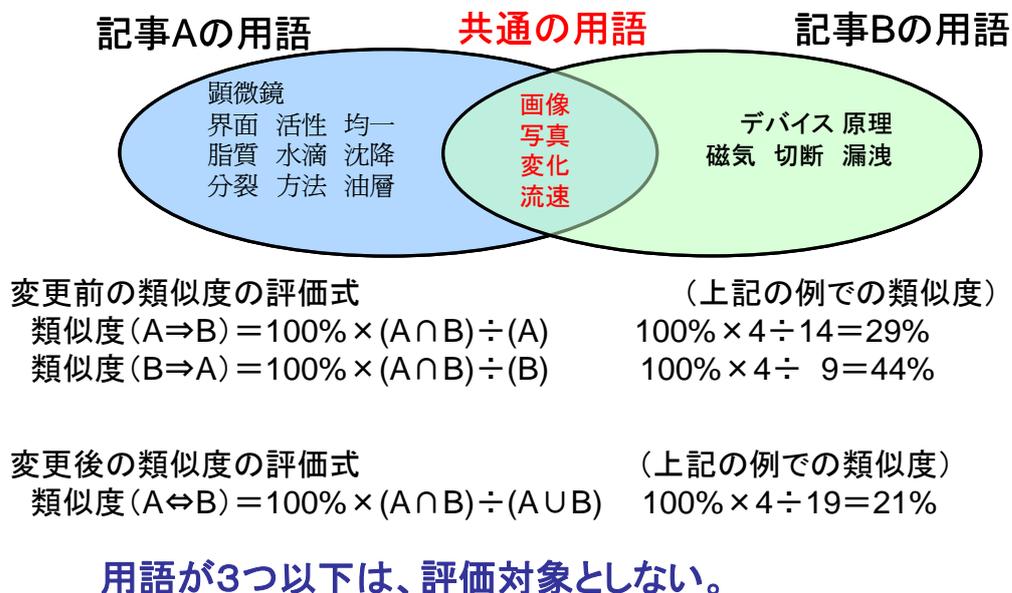
1. 各記事から名詞を抽出して全記事の名詞を収集
2. 収集した名詞から既に登録された用語と非用語を除去
3. 残った名詞から用語を選別（テキストエディタで手作業）
4. 選抜された用語と脱落した非用語をそれぞれ追加登録
5. 各記事の名詞から登録された用語を抽出
6. 記事間の用語の一致を比較して類似度を評価
7. 類似記事へのリンクの表示（MediaWiki）

また、表示件数は、図④-(3)-2-2.3 に示すオプション設定で変更することができる。



図④-(3)-2-2.3 類似記事リンクの表示件数の指定

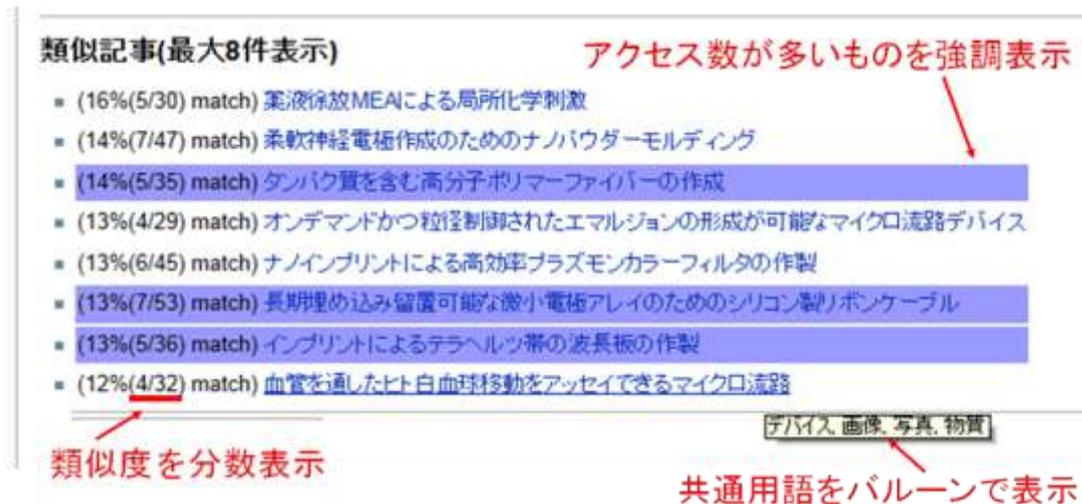
類似度の評価は、図④-(3)-2-2.4 に示す手法を採用した。



図④-(3)-2-2.4 記事の類似度の評価方法

類似度の表示方法は、以下の3点を特長とした。

1. ユーザの利用状況を基にした類似記事の表示 (図④-(3)-2-2.5)
 - ・アクセスが多い記事を強調して表示
 - ・類似度評価データの更新ツールを整備
 - ・新規登録記事に対する類似度評価の実施を定期的に自動実施
2. 類似度の表示方法
 - ・類似記事のリスト表示における類似度の表示単位を分数表示へ変更
(共通 MEMS 関連用語/全 MEMS 関連用語)
3. 共通 MEMS 関連用語の表示 (図④-(3)-2-2.6)
 - ・類似記事の評価に使った共通 MEMS 関連用語を表示



図④-(3)-2-2.5 類似記事の表示例

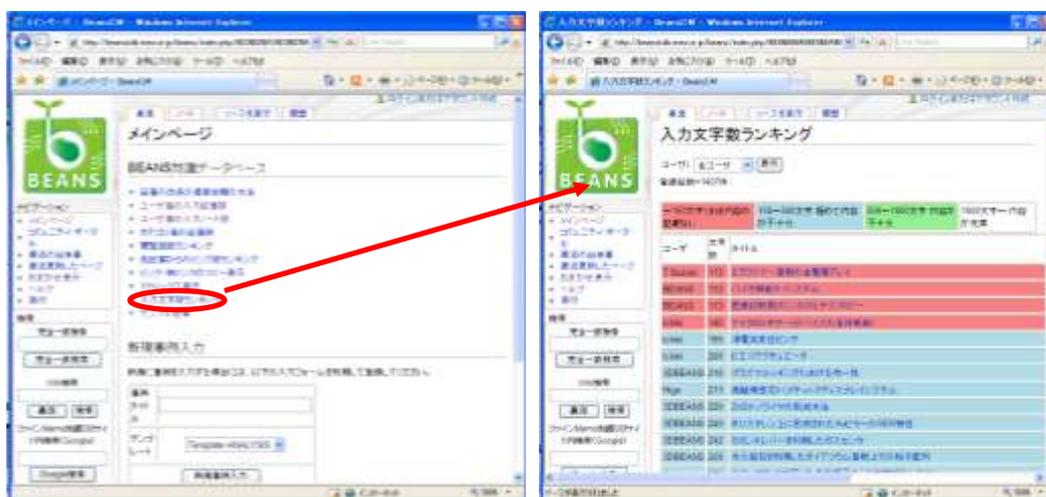


図④-(3)-2-2.6 MEMS 関連用語登録画面

(3)-2-2-3 記事の文字数ランキング

知識データの質向上のための施策として追加した機能である。ランキング表示の主な機能は、以下の通りである。

1. 各知識データに含まれる情報量（文字数）をシステム上に表示
2. 一覧表表示 ⇄ ユーザごとの表示の切り換え機能
3. 文字数が少ないものほど目立つ色で表示



図④-(3)-2-2.7 文字数ランキングの表示例

(3)-2-2-4 知識データベースの公開に向けた整備

a. メインページの内容

公開用メインページの項目とその内容は以下の通りとした。

表④-(1)-2-2.3 公開用メインページの内容

項目	内容
BEANS 知識 DB へようこそ	DB の背景などの解説
お知らせ	サーバのメンテナンス情報等の連絡事項の掲載
ランキング	「読者投票ランキング」、「閲覧回数ランキング」、「他記事からのリンク数ランキング」
カテゴリによる分類	カテゴリ毎の記事一覧へのリンク
今日の事例	日変わりでランダムに事例を 3 件表示
新着事例	新しくタイトルが作成された事例を 3 件表示
新規事例入力	新規事例の入力フォーム
カウンタ	アクセス回数の表示



図④-(3)-2-2.8 公開用メインページの画面

b. BEANS 知識データベースの概要説明

公開当初にようこそとして表示する内容は以下のとおりとした。

「わが国における産学の総力を結集して、MEMS 技術とナノテクノロジー、バイオテクノロジー等の異分野技術を融合させ、革新的次世代デバイス創出に必要な基盤的プロセス技術群を開発し、次なるイノベーションのためのプラットフォームを確立することを旨として、異分野融合型次世代デバイス (BEANS : Bio Electoro-mechanical Autonomous Nano Systems) 製造技術開発プロジェクトを平成 20 年度～平成 24 年度の 5 年間実施しました。

BEANS 知識 DB は、登録すれば自由に閲覧・編集できる、MEMS に関するオンライン知識 DB システムであり、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構の支援による「BEANS プロジェクト」(事業期間：平成 20 年度～平成 24 年度)の一環として整備されたものです。」

c. お知らせ

サーバのメンテナンス情報等の連絡事項を掲載する。

d. ランキング

■ 読者投票ランキング

記事の「参考になった」ボタンによる読者投票をカウントし、投票数の多い順にランキング表示する。

読者投票ランキング

50 件ずつ表示 再表示

全件数=3件 (■=1件 / ■=10件 / ■=50件 / ■=100件)

事例タイトル	投票数	グラフ
磁場によるマイクロ磁性体の応答を利用したアクチュエータ	1	■
非焦点露光によるモールド抜き勾配の形成	1	■
カリックスアレンレジストへのSPMリソグラフィ	1	■

図④-(3)-2-2.9 読者投票ランキング表示画面

■閲覧回数ランキング

各記事の閲覧回数をカウントし、件数の多い順にランキング表示する。

閲覧回数ランキング

全件数=59755件 (■=1件 / ■=10件 / ■=50件 / ■=100件)

タイトル	閲覧回数	グラフ
ナノポーラスアルミナテンプレートへの高分子有機半導体の溶融充填を用いた光電変換素子	1618	
3ω法を用いた薄膜の膜厚方向熱伝導率測定	1297	
2光子吸収による3次元造形	444	
集束超音波によるミストジェットプリンター	305	
BODセンサー(環境応用デバイス)	288	

図④-(3)-2-2.10 閲覧回数ランキング表示画面

■他記事からのリンク数ランキング

各記事が他記事からのリンクされている件数をカウントし、件数が多い順にランキング表示する。

他記事からのリンク数ランキング

全件数=145件 (■=1件 / ■=10件 / ■=50件 / ■=100件)

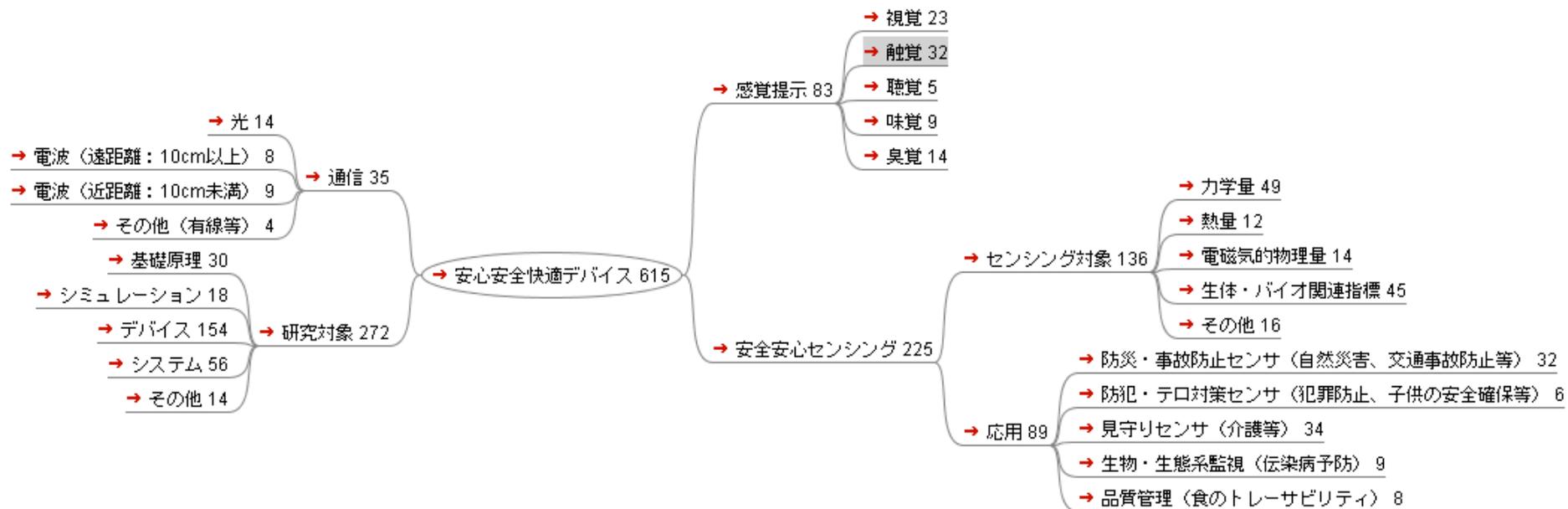
タイトル	リンク数	グラフ
パルスプラズマ中の負イオンを用いた高効率低エネルギー中性粒子ビーム	18	
エレクトレット発電器	10	
エレクトレット膜	10	
速度比例ダンピング共振発電器(VDRG)	6	

図④-(3)-2-2.11 他記事からのリンク数ランキング表示画面

e. カテゴリによる分類

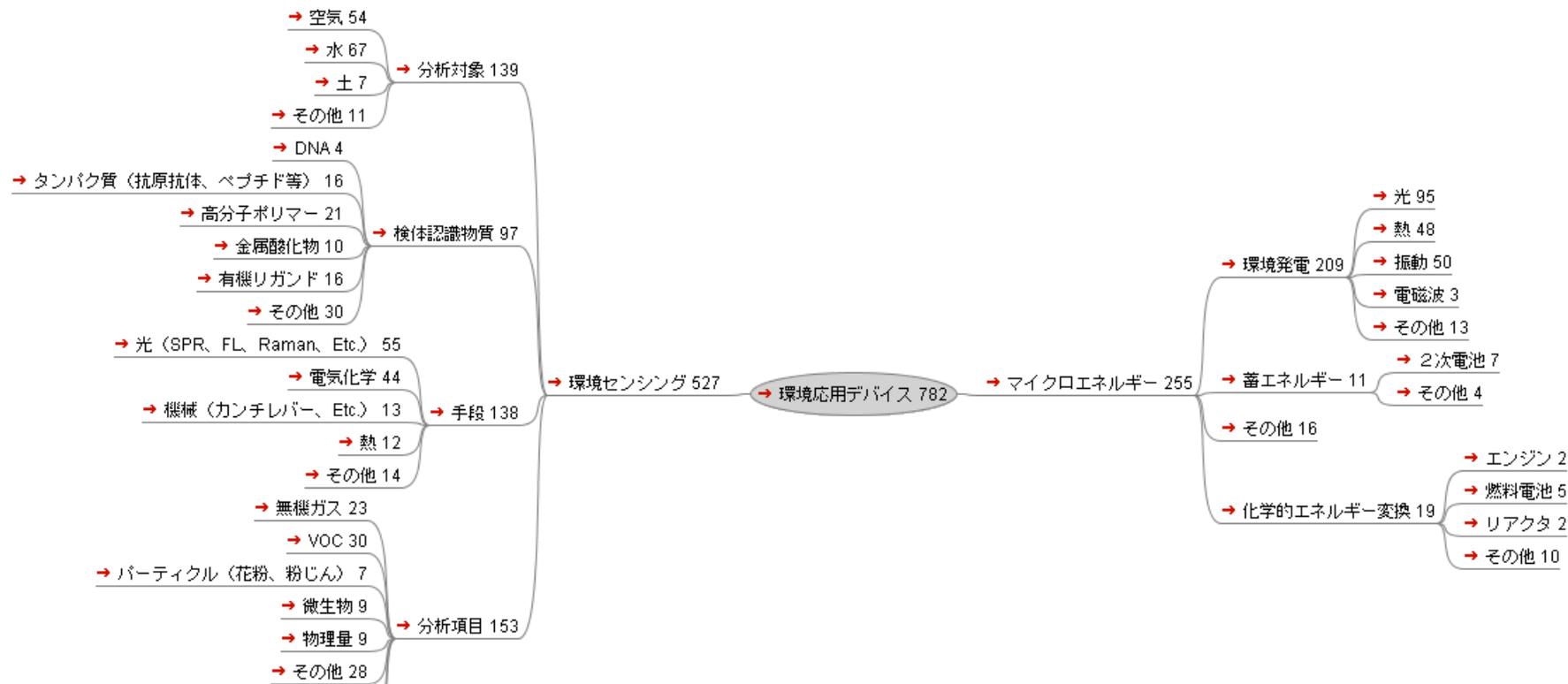
異分野融合型次世代デバイス製造技術の体系を示すには、関連する概念、プロセスやデバイスに関する知識と応用との対応等を分かりやすく整理・分類して示すことが重要である。このため知識データベース編纂委員会にて知識データのカテゴリ分類について検討が行われ、「健康医療応用デバイス」「安全安心快適デバイス」「環境応用デバイス」「プロセス・インテグレーション」「機能・製作用要素」の5つカテゴリ群が決定された。以下の①～⑤のカテゴリに記事を分類して登録した。

①安心安全快適デバイスのカテゴリ



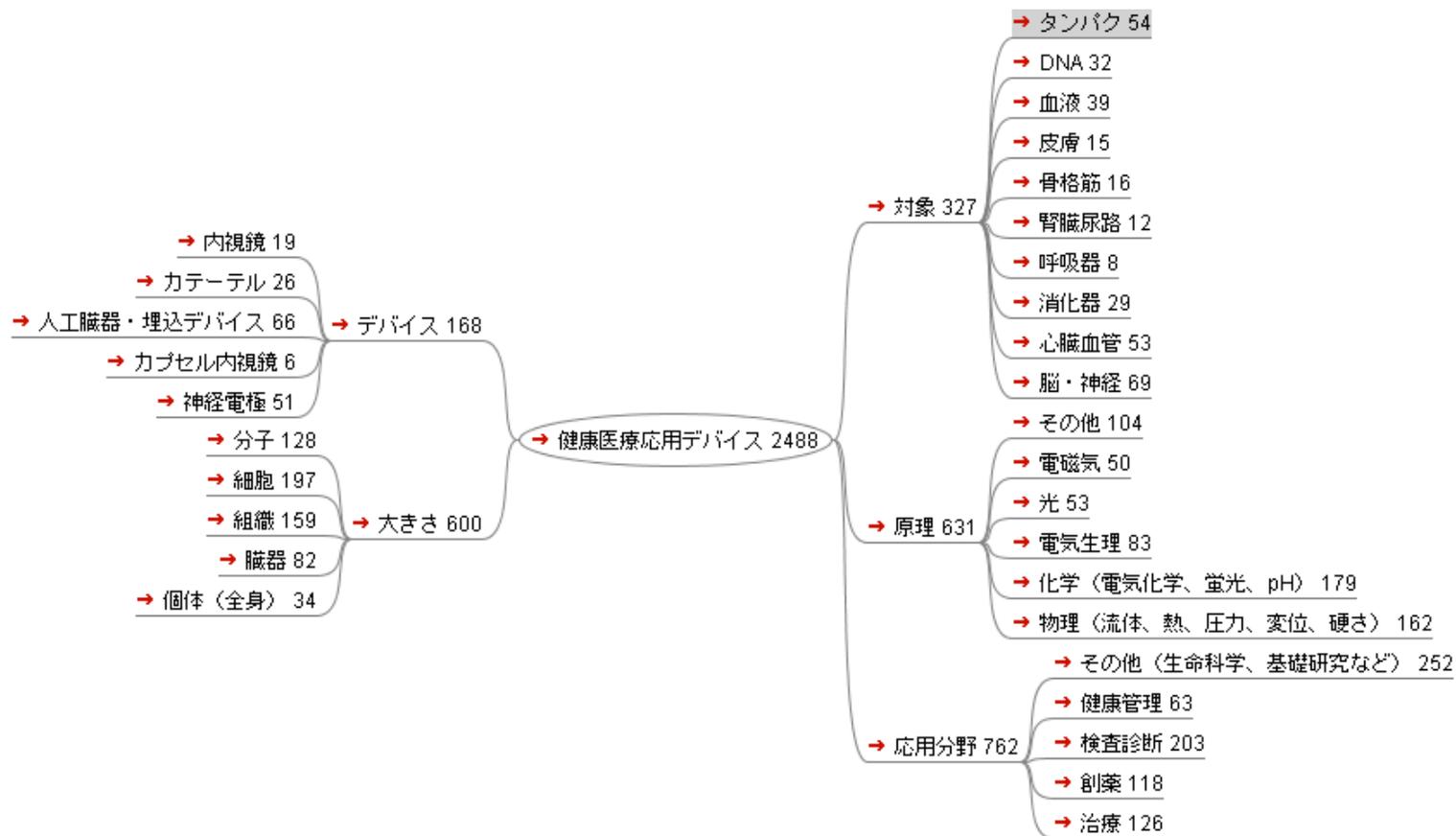
図④-(3)-2-2.12 安全安心快適デバイスのカテゴリ

②環境応用デバイスのカテゴリ



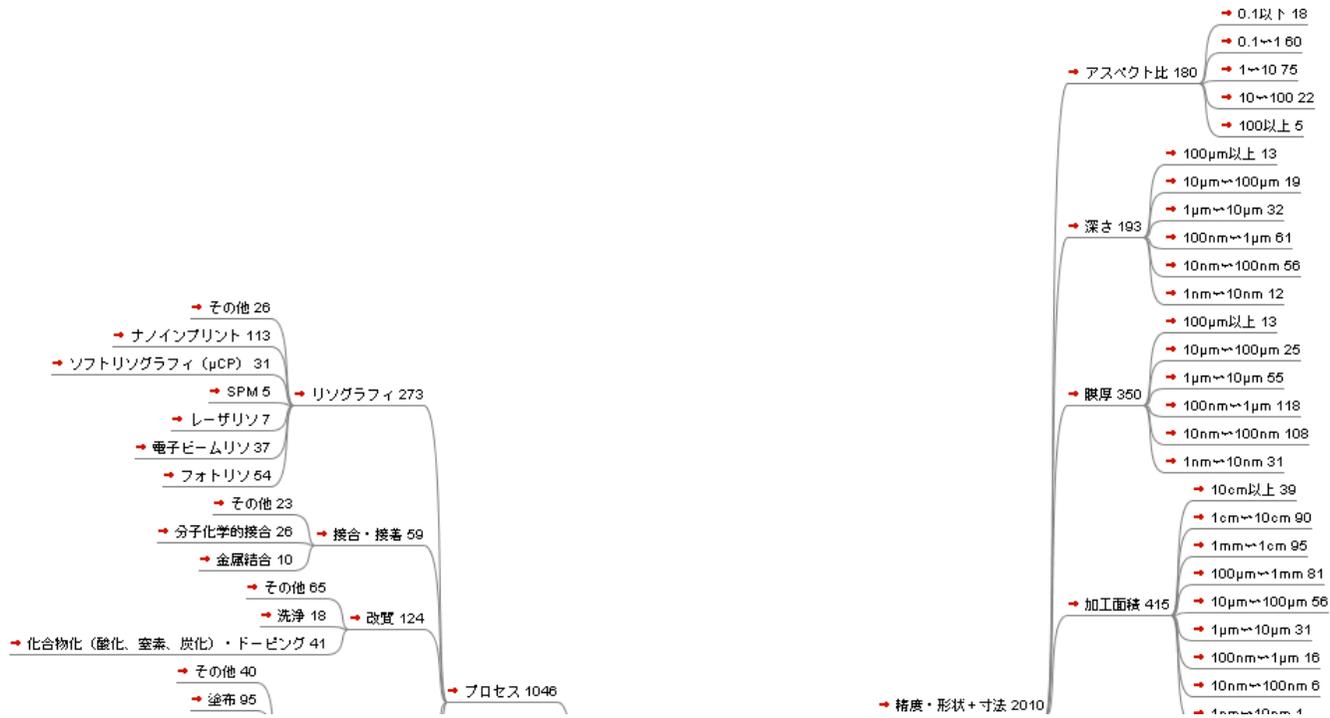
図④-(3)-2-2.13 環境応用デバイスのカテゴリ

③健康医療応用デバイスカテゴリ

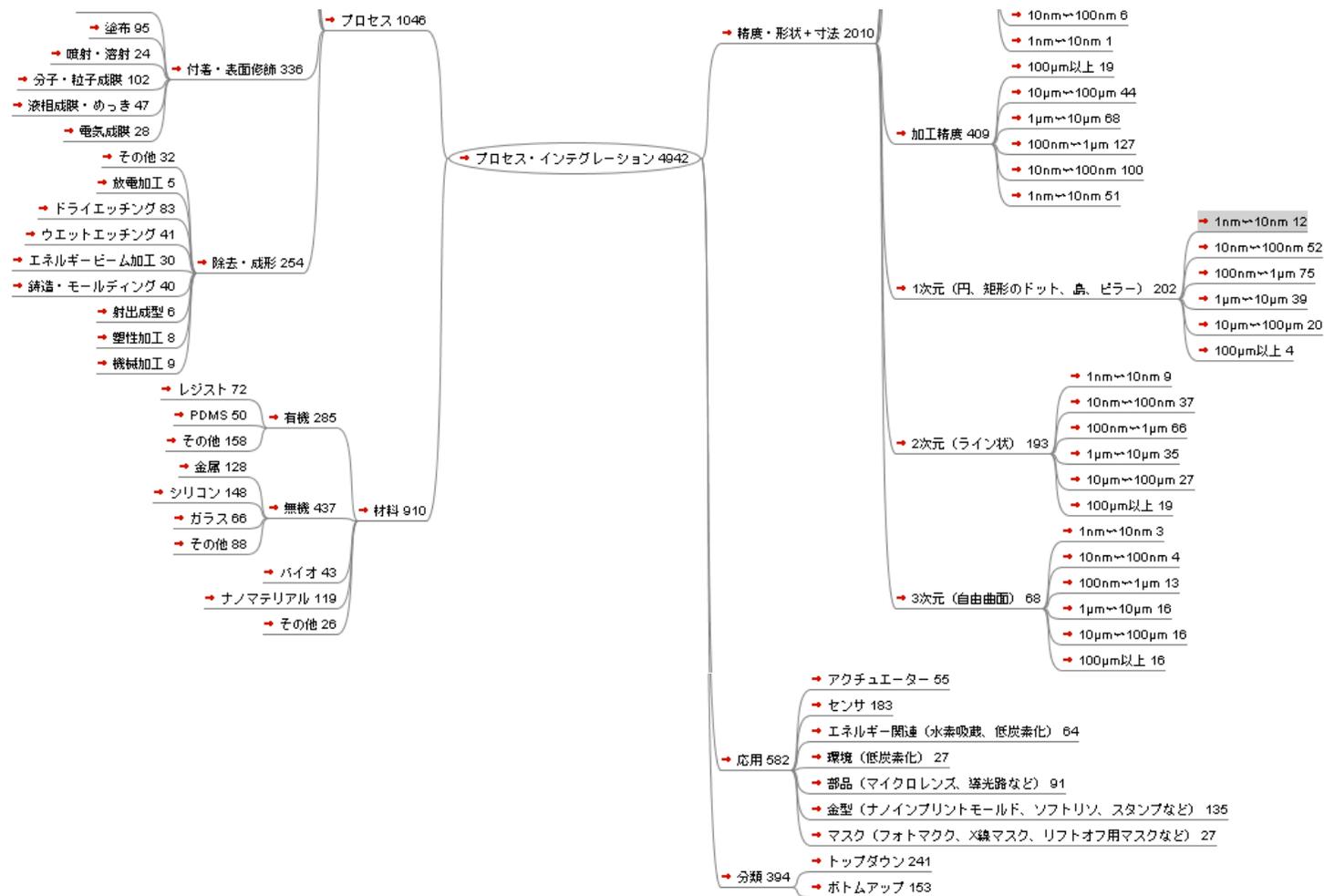


図④-(3)-2-2.14 環境応用デバイスのカテゴリ

④プロセス・インテグレーションカテゴリ

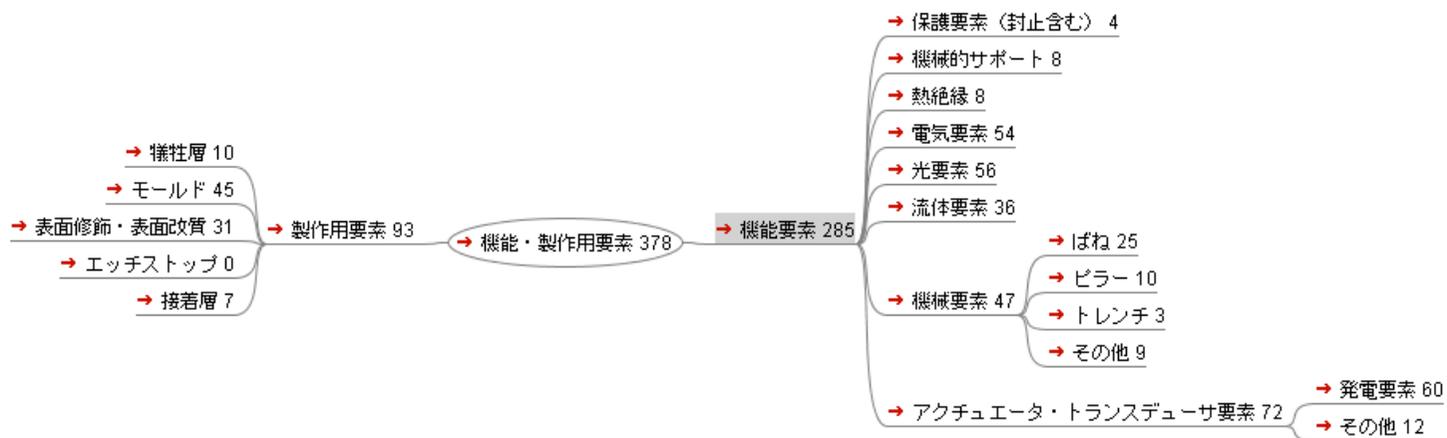


図④-(3)-2-2.15 プロセス・インテグレーションのカテゴリ (その1)



図④-(3)-2-2.15 プロセス・インテグレーションのカテゴリ (その2)

⑤機能・製作用要素カテゴリ



図④-(3)-2-2.16 機能・製作要素のカテゴリ

f. 今日の事例

日変わりでランダムに記事を3件表示する。

今日の事例

(日変わりで登録事例の中からランダムに表示しています。)

- 非接触充電レイド
ワイヤレス給電の業界団体であるWireless Power Consortium(WPC)は、ワイヤレス給電方式の業界標準化を目指して、2008年12月に設立された。WPCがワイヤレス給電技術として ……
- マイクロ回路を利用したリッドチューブの作製
- 見守りセンサー

図④-(3)-2-2.17 「今日の事例」表示画面

g. 新着事例

新しくタイトルが作成された記事を3件表示する。

新着事例

- カリックスアレンレジストへのSPMリソグラフィ
原子間力顕微鏡(AFM)や、走査プローブ顕微鏡(Scanning Probe Microscope SPM)は、ナノオーダーのパターンを作製するのに ……
- 機械圧着によるナノ金器形状変化
ナノ構造を有する金属構造体は特異な物理的、化学的、光学的特性を示すため、次世代デバイスへの応用が期待されている。ナノ構造作成手法として、自己組織化、転写手法やリソグラフィ、そしてこれらを組み合わせ ……
- プラスチックレプリカモールドを用いたナノトランスファープリント手法
軽い、透明、安価といった特徴を持つプラスチック基板上にデバイスを形成するプリンティッドエレクトロニクス(PE)が次世代技術として期待されている。PEデバイスを実現するため、プラスチック基板上において ……

図④-(3)-2-2.18 「新着事例」表示画面

h. 新規事例の入力フォーム

メインページに、新規事例の入力フォームを用意する。

新規事例入力

新規に事例を入力する場合には、以下の入力フォームを利用して登録してください。

事例タイトル	<input type="text"/>
テンプレート	Template:ANALYSIS ▾
<input type="button" value="新規事例入力"/>	

図④-(3)-2-2.19 「新規事例入力」表示画面

i. カウンタ

BEANS データベースの訪問者のカウンタを設ける。

あなたは、本データベース **0017627** 人目の訪問者です。

図④-(3)-2-2.20 「カウンタ」表示画面

(3)-2-3 BEANS 知識データの蓄積、充実化と編纂

(3)-2-3-1 BEANS 知識データの蓄積

本研究開発事業の各 BEANS 研究センターにおけるバイオ・有機材料融合プロセス技術の開発、3次元ナノ構造形成プロセス技術の開発、およびマイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発の各研究内容に関する成果（研究データや科学技術的知見）としての知識データを収集した。また、国内外の学会等における発表論文や技術文献等から収集する当該知識データベースに有用な知識データについても収集、整理した。知識データの蓄積件数は、平成 23 年度末時点で 661 件、平成 24 年度末時点で 784 件であった。

図④-(2)-2-3.1 に本知識データベースで収集される情報コンテンツを再掲する。これらの情報コンテンツは技術紹介や論文情報の記事の形式で登録された。



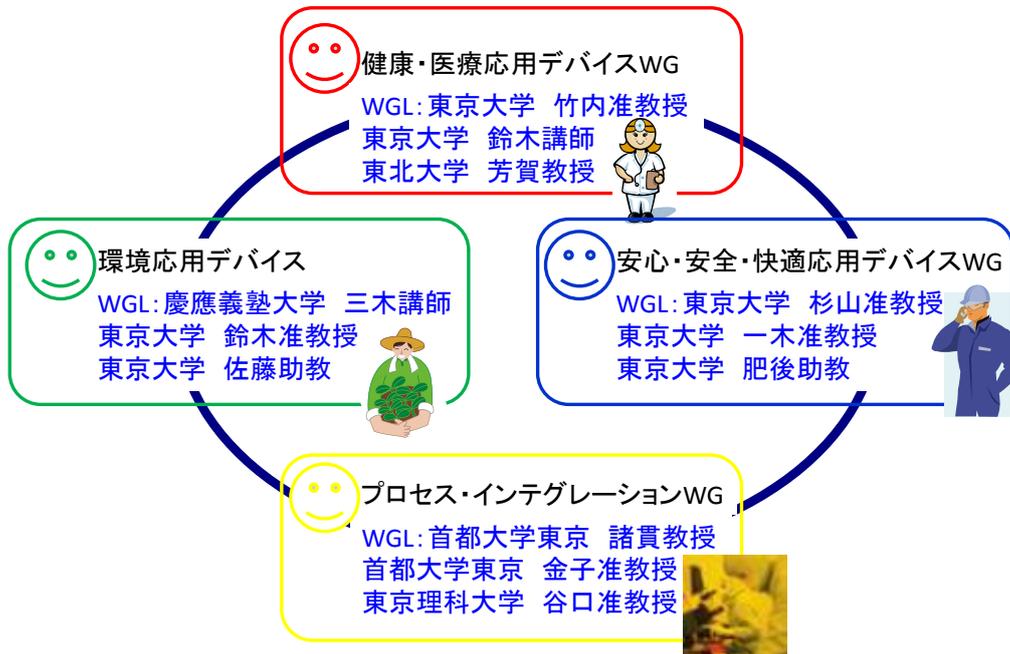
図④-(3)-2-3.1 知識データの情報コンテンツ（再掲）

(3)-2-3-2 知識データベースの充実化

知識データを補完するため、BEANS 知識データベース編纂委員会の4つのワーキンググループ（以下、WG という）を編成し、異分野融合分野で新しいライフスタイルを創出する次世代デバイス、製造技術関連の知識データをデータベースに蓄積し、充実化を図った。

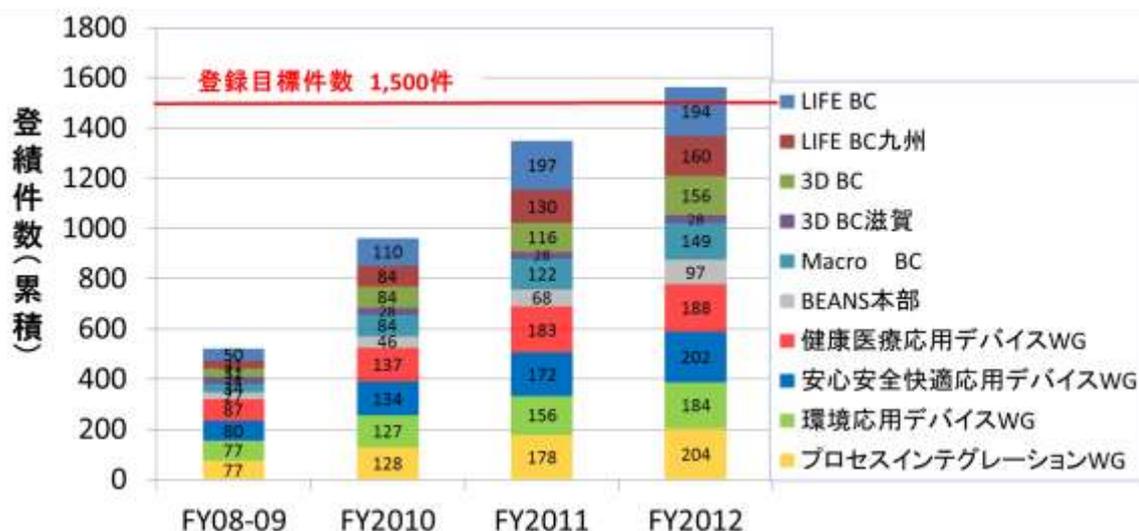
以下に、各 WGL(ワーキング・グループリーダー)を、図④-(3)-2-3.2 に今年度の知識データベース編纂 WG の構成を示す。

- 健康・医療応用デバイス WG：東京大学 生産技術研究所 竹内昌治 准教授
- 環境応用デバイス WG：慶應義塾大学理工学部 三木則尚 専任講師
- 安心・安全・快適デバイス WG：東京大学 工学系研究科 杉山正和 准教授
- プロセス・インテグレーション WG: 首都大学東京 システムデザイン学部 諸貫信行 教授



図④-(3)-2-3.2 BEANS 知識データベース編纂委員会 WG

WGとしての登録件数は、平成23年度末時点689件、平成22年度末時点で778件であり、BEANS研究センターが実施している知識データの登録と合わせて、1,350件（平成23年度末）、1,562件（平成24年度末）の蓄積となり、プロジェクトの最終目標である1,500件を達成した。図④-(3)-2-3.3に、各BEANS研究センター、及び各WGの蓄積件数の年度毎の推移を示す。



図④-(3)-2-3.3 各BEANS研究センター・WGのデータ蓄積件数の推移

以下に、各WGのテーマを示す。これらのテーマに基づき、異分野融合分野における新しいライフスタイルを創出する次世代デバイス、製造技術関連の知識データの充実化が行われた。

健康医療応用デバイスWG：

次世代の医療・健康分野を支える異分野融合型次世代デバイスについて検討する。ここでは、プロジェクトで取り組むプロセス技術の成果を上記分野と関連付けデータベース化する。さらに、プロジェクトでは直接取り組むことのない、生体機械インタフェースの研究や自律型体内治療デバイス、バイオ素材を利用したシステムに関する以下のような研究開発を行うほか、関連する分野を幅広く調査し、データベース化する。

- ・神経インターフェースデバイスをはじめとした、生体機械インターフェースデバイスに関する研究開発

- ・微細加工技術を用いた低侵襲医療機器、ヘルスケアデバイスを中心としたバイオ・医療デバイスに関する研究開発

環境応用デバイス WG :

次世代の環境・エネルギー分野を支える異分野融合型次世代デバイスについて検討する。機能性材料のナノ加工、バイオ材料の利用、ナノ粒子構造製作など環境・エネルギー分野への応用が期待されるプロセス技術に関して Life BEANS、3D BEANS、における研究を通じ関連知識を集積するとともに、以下のようなエネルギーハーベスティングと超高感度環境センシングに関する研究開発、及びその他環境応用デバイス WG に関する知識の収集を行い、要素技術とデバイスの両側面から体系的なデータベース編纂を行う。

- ・排熱、環境光、環境振動等、環境からエネルギーを取り入れて自立デバイスを駆動するための発電技術、及びエネルギー蓄積技術
- ・大気中の揮発性有機化合物（VOC）や土壌水圏中の重金属をはじめとする環境汚染物質等に対する分析技術

安心・安全・快適応用デバイス WG :

安全・安心・快適な日常生活を支える未来の異分野融合型次世代デバイスである。プロジェクトで開発する製造技術は、これらのデバイスを実現するために不可欠な要素技術であるが、安全・安心・快適デバイスを実現するために必要な要素技術は何であるか、個別の要素技術がどのように安全・安心・快適デバイス実現に貢献するのかは必ずしも自明ではない。したがって、安全・安心・快適デバイスに必要な要素（高感度センシング、履歴管理、壁紙 MEMS、五感コミュニケーション等）を効果的なインデックス項目として選定し、プロジェクトの成果として入力される要素技術情報を精査、個別の要素技術にブルーデバイスの串を刺すインデックス付けを行う。また、プロジェクトでカバーされない研究成果についてもデータベースとして整備する。

プロセス・インテグレーション WG :

異分野融合型次世代デバイスを支える各種プロセスを統合化し、多様なデバイス製作の要求に応えるための情報提供を行えるようなデータベース構築を目指す。すなわち、個々の技術解説だけでなく、これらの逆引きが行えるように各プロセ

スで対応可能な仕様等のデータ追加を行うとともに、インデックス付けと逆引きのメカニズムをつくる。これにより汎用性があり、有用なデータベースを構築できる。なお、知識データの登録は、以下のような分野を中心に行う。

- ・パターン基板上での選択的自己組織化構造作製等、ボトムアッププロセスの制御方法
- ・DNA、タンパク質、細胞等を用いたデバイス構造作製技術
- ・マイクロコンタクトプリント、ナノインプリント、ナノプリント等のマイクロオーダーからナノオーダーの転写技術

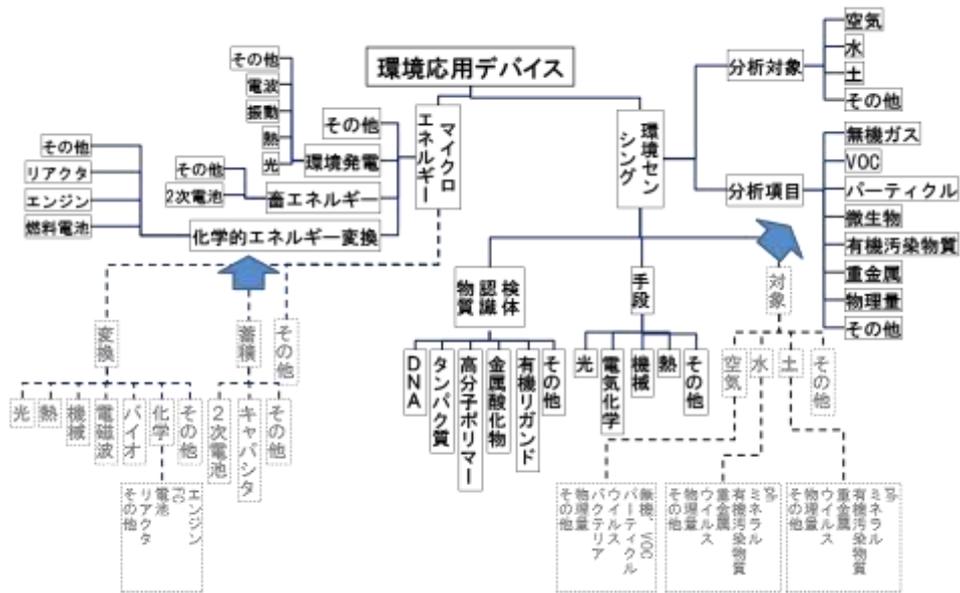
(3)-2-3-3 知識データの編纂

知識データベース編纂委員会、及び4つのWGにより、BEANS 知識データのカテゴリ分類におけるバランス向上や知識データの質向上のための検討、及び具体的な施策の実施を行った。

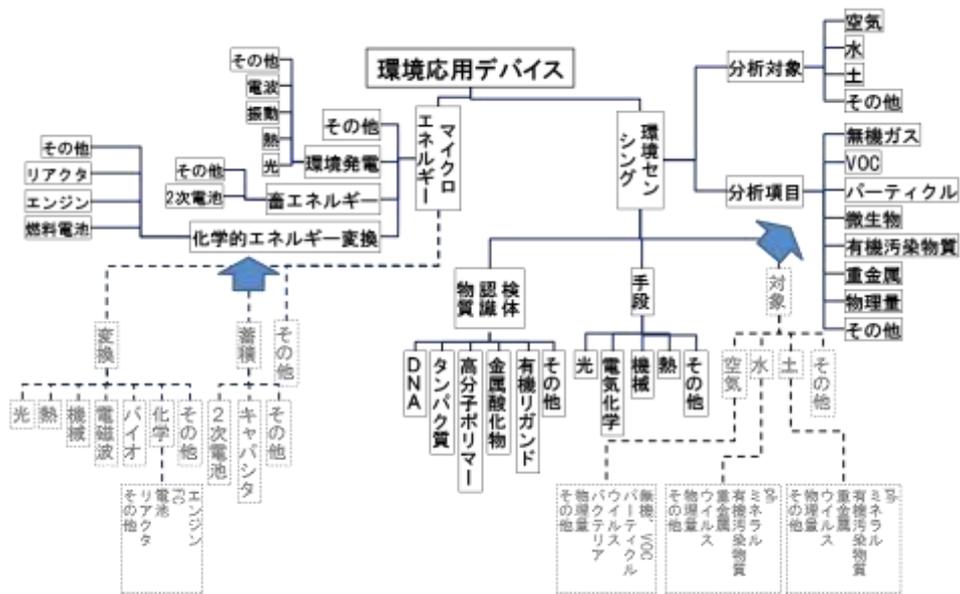
a. カテゴリ分類におけるバランス向上

カテゴリ分類におけるバランス向上では、各分野のカテゴリに登録されている知識データ件数を図④-(3)-2-3.4 から図④-(3)-2-3.9 のように可視化した上で、カテゴリ分類の統合・分割、及び各知識データで付与されているカテゴリの見直しを行った。

カテゴリ分類の統合・分割の状況を図④-(3)-2-3.3 に示す。環境応用デバイス分野とプロセス・インテグレーション分野で、知識データの登録件数に応じたカテゴリの統合・分割、技術分類の重複解消のためのカテゴリの再構成が行われた。



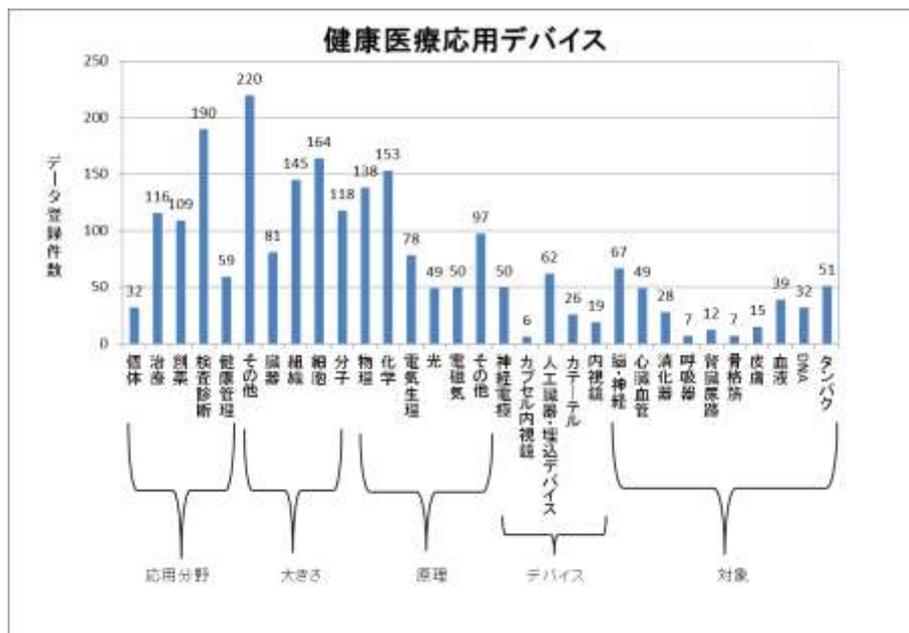
(a)環境応用デバイス



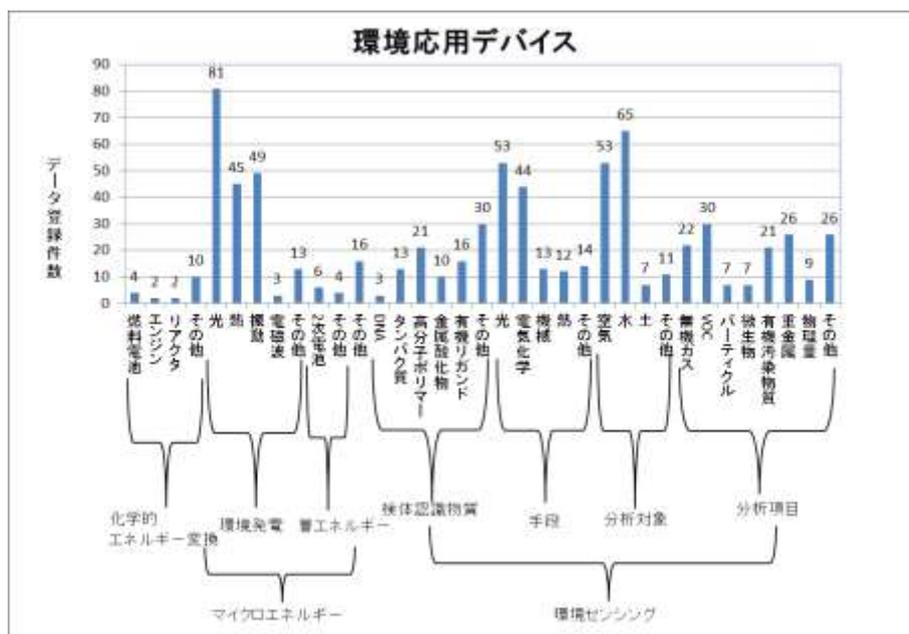
(b)プロセス・インテグレーション

図④-(3)-2-3.4 カテゴリ分類の見直し結果

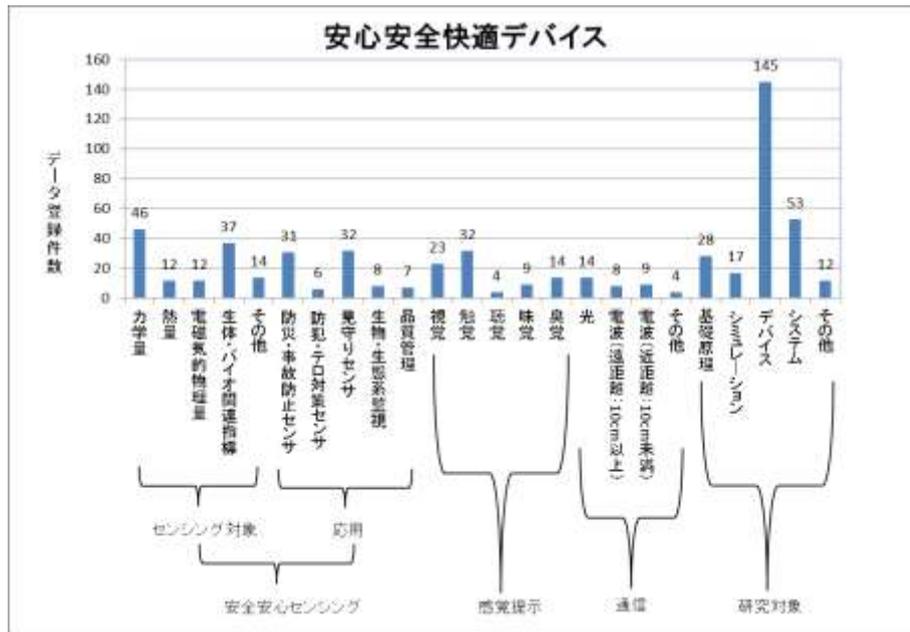
カテゴリ分類の再構成、各知識データの付与カテゴリの見直し後の各分野のカテゴリ登録分布を図④-(3)-2-3.4 から図④-(3)-2-3.8 に示す。各分野のカテゴリ登録数には、疎密があるものの、全てのカテゴリにデータが登録されている。技術体系へのカテゴリへのデータ分布をみることで、各分野の技術分類の重要度やこれまでの取り組みの重み等を推察することが可能となる。



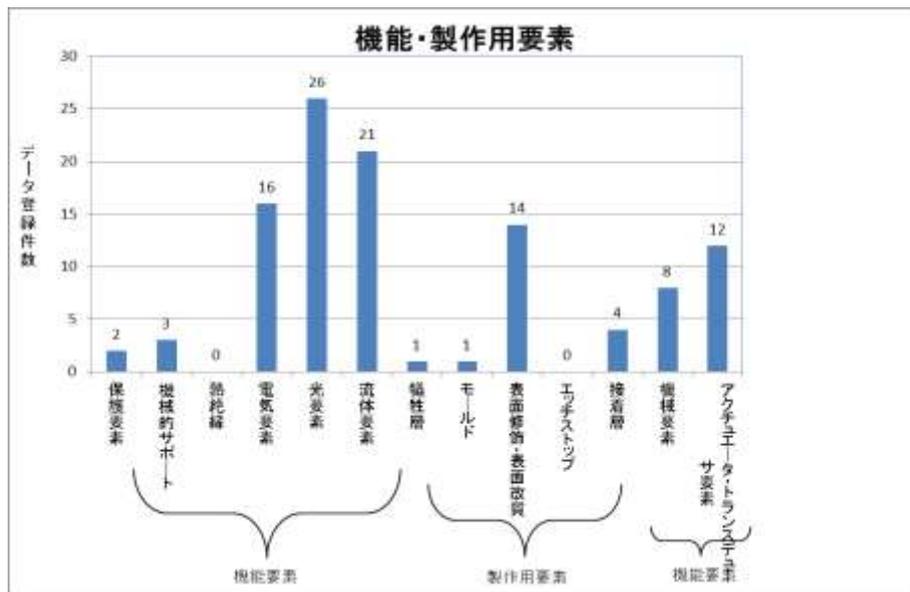
図④-(3)-2-3.5 健康医療応用デバイス分野のカテゴリ登録分布



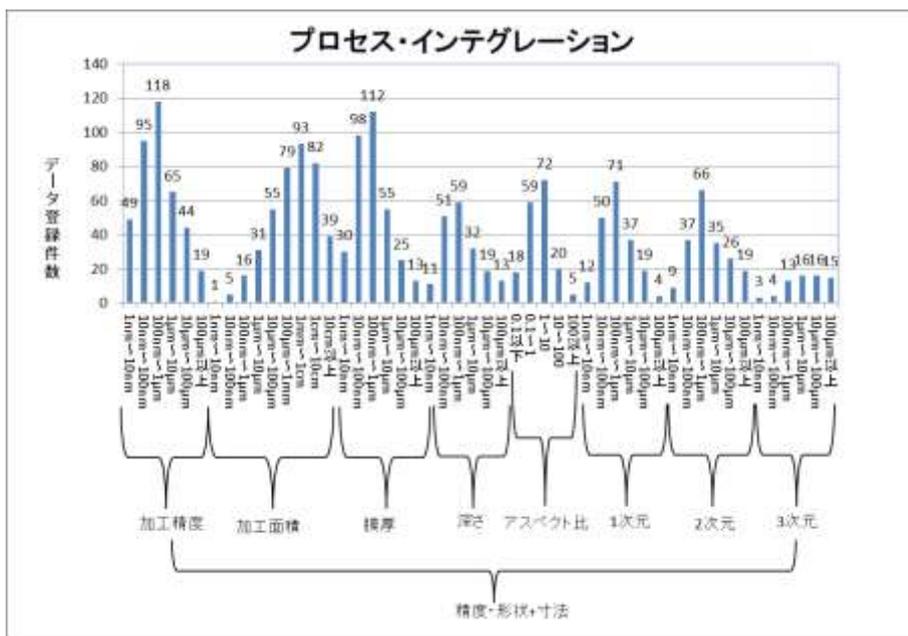
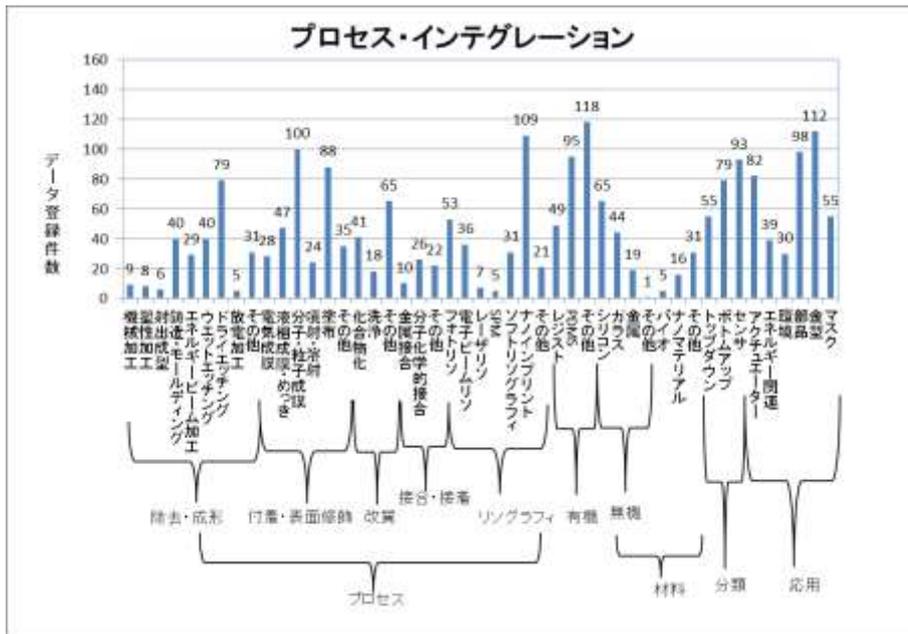
図④-(3)-2-3.6 環境応用デバイス分野のカテゴリ登録分布



図④-(3)-2-3.7 安心安全快適応用デバイス分野のカテゴリ登録分布



図④-(3)-2-3.8 機能製作用要素分野のカテゴリ登録分布



図④-(3)-2-3.9 プロセス・インテグレーション分野のカテゴリ登録分布

b. 知識データの質向上

国内の MEMS 分野を中心とした技術者・研究者が、異分野融合技術を利用した新製品開発や研究開発の課題解決のための先行研究事例や技術動向の調査にデータベースを利用すると想定した上で、個々の知識データが提供する情報の見直しを質・量双方の視点で見直した。知識データの内容の見直し項目を表④-(3)-2-3.1 に示す。

国内の技術者・研究者の利用を想定しているため、タイトル・本文は日本語で記載することとした。利用者が知識データで紹介している技術の内容を俯瞰的にみることができるよう、冒頭の「項目の説明/概要」で研究背景、技術内容・方式（動作原理や方式、特性）、他の技術との優位性、波及効果といった内容をなるべく簡潔にまとめ、その後に必要に応じて詳細な情報を記載するような形にした。このような構成の見直しと同時に、カテゴリ登録、図の配置、誤字脱字、文章の読みやすさ、参考文献の提示といった内容も確認した。

知識データの内容の見直しは、以下の手順で行った。まず、個々の知識データが提供している情報が表④-(3)-2-3.1 に示されている基準を満たすように、知識データの執筆者自身が見直しを行うようにした。その後、各分野での専門的知見をもった外部評価者による査読を実施し、査読での指摘事項を基に執筆者が、再度、知識データの修正を行うことにした。最終的には、査読での指摘内容に対応した知識データのみを公開データとして残し、対応できなかった知識データについては、公開の基準を満たしていないものとして、削除した。(3)-2-3-1、及び(3)-2-3-2 で示した平成 24 年度末時点での知識データ累積登録件数は、削除した後のデータ件数となっている。

表④-(3)-2-3.1 知識データの内容の見直し項目

項目	確認内容
タイトル	タイトルは記事の内容を反映しているか
	タイトルは日本語となっているか
カテゴリ	カテゴリは登録されているか
	登録されているカテゴリの中で、記事の内容と無関係なものはないか
項目の説明 /概要	記事の分類(文献紹介/研究成果紹介/用語の解説など)が記載されているか
	以下に示すような項目が、簡潔に記載されているか
	<p><文献紹介/研究成果紹介></p> <ul style="list-style-type: none"> ・研究背景(何故、当該技術が必要なのか) ・技術の概要(動作原理や方式、特性等について) ・優位性(既存の技術と比べて、どのような点に優位性があるのか) ・波及効果(アプリケーション創出や他の技術への波及効果)
	<p><用語の解説></p> <ul style="list-style-type: none"> ・定義:用語がどのような技術を示しているのかが読み取れるか ・技術体系に関する記述はあるか
章・節等	記事の分量が多い場合には、内容に応じて、章節に分けて記載されているか
図/表	本文の内容に沿った図表が示されているか
	図表に対応する説明が本文中でされているか
	図表の配置は適当か(説明している本文の近くに配置されることが望ましい)
	図表番号/キャプションはあるか
	図表の解像度は十分か。解像度が低く、必要な情報が読み取れない場合は補足説明がされているか。
参考文献	参考文献は示されているか
	読者が参考文献に辿り着けるか(巻号頁、タイトル、年、著者名は必須。)
その他	誤字脱字はないか
	内容に明らかな誤りはないか
	分かりにくい文章がないか(本文は読みやすい日本語で記述)
	未記入の項目(章節)はないか

(3)-2-4 公開後の活用の見通しに関する検討

知識データベース公開後の活用の見通し、及び活用の促進のための施策を検討するため、先行事例であるファイン MEMS 知識データベースの利用状況を調べた。閲覧ユーザ数は国内企業の技術者を中心に 444 名、閲覧回数も平成 21 年の公開後、3 年を経て訪問者数が延べ約 52,000 人、閲覧回数も知識データ 1 件あたり 400 回近くに上っており、十分に利用されている。このようなことから、活用に関しては、ファイン MEMS 知識データベースと同様に進めていけるものと考えた。一方、公開後の継続的な情報量の追加に関しては、ファイン MEMS 知識データベースでは、1 名の編集ユーザで進めている状況である。雑誌やメディアの記事の紹介等の入力により公開後も情報量を増やしてはいるが、研究開発の最新動向等、より付加価値の高い情報を登録していくためには、複数の専門家の協力が不可欠である。したがって、本知識データベースでは、公開後も知識データベース編纂委員会の 4 つ WG の有識者を編集ユーザとして引き続き協力頂ける仕組みを残した。

表④-(3)-2-4.1 ファイン MEMS 知識データベースの利用状況

<p><基本情報></p> <ul style="list-style-type: none">● 運営・管理：マイクロマシンセンター● ユーザ登録：Web 上から自動作成（メールアドレスの登録、ユーザの職種・業種等のアンケートへの回答、利用規約の承認が必要） <p><利用状況（平成 24 年 2 月 14 日時点）></p> <ul style="list-style-type: none">● ユーザ数<ul style="list-style-type: none">➢ 閲覧ユーザ：444 名➢ 編集ユーザ：1 名● 記事数：6092 件● 訪問者数<ul style="list-style-type: none">➢ 延べ 52681 人➢ ユーザー一人あたりのアクセス回数：118 回● 閲覧回数<ul style="list-style-type: none">➢ 全閲覧回数：2406848 回➢ トップ記事の閲覧回数：26648 回、記事平均：約 395 回

(4) まとめ

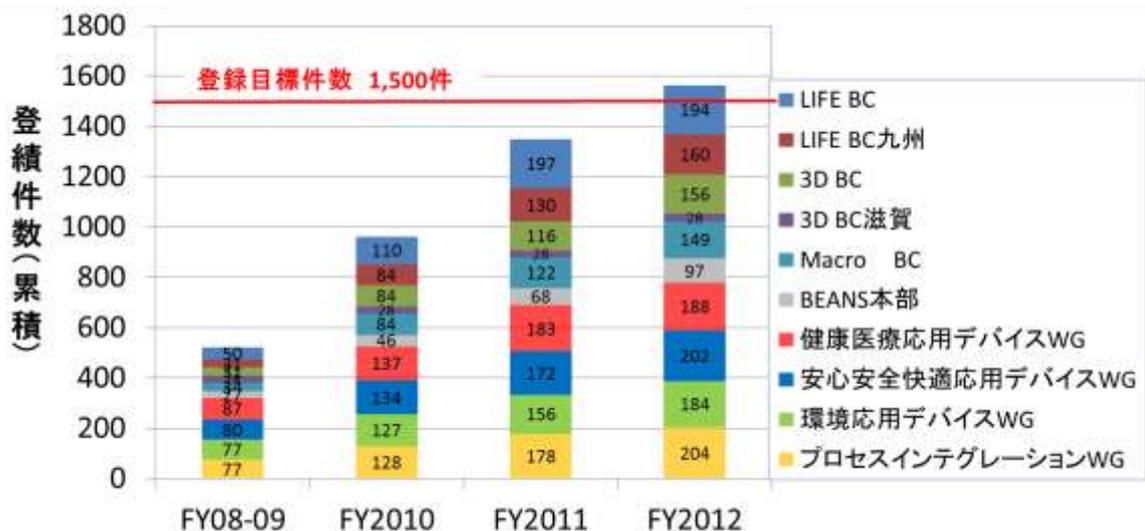
(4)-1 最終成果

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備では、「電子、機械、情報、及び医療等の様々な産業分野において、革新的次世代デバイスの開発を目指す国内の研究者・技術者に利用され、新製品開発、ひいては新たな産業の創出に向けて社会利用されること」を実用化の定義として、知識データベース公開に向けた整備を進めてきた。このような実用化の定義を満たすためには、知識データベースに含まれる情報の量・質の充実に加えて、知識データへのアクセスのし易さやユーザの利用状況、フィードバック情報の提供等、データベース自体の付加価値を高める機能も重要となる。

以下では、本研究開発項目の最終成果として得られた異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースが提供する情報の内容やシステム機能により付加される情報について説明する。

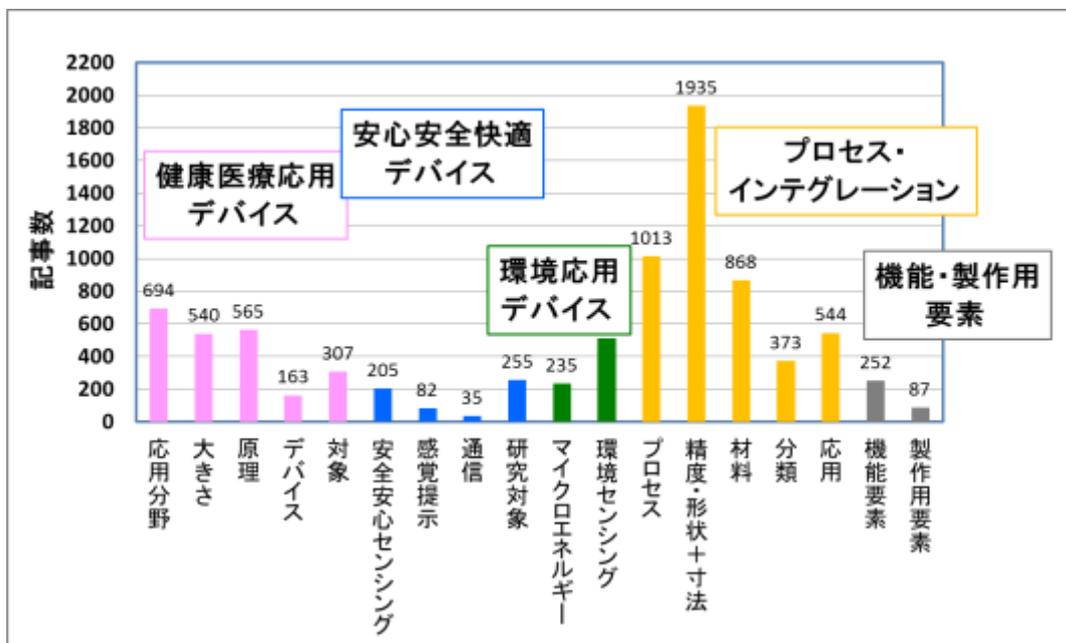
(4)-1-1 知識データ（蓄積件数・分野・内容）

図④-(4)-1-1.1 に知識データベースの登録件数の推移を示す。プロジェクトが開催された平成20年度から5年間かけて、計1,562件のデータが蓄積されている。各年度とも同様の知識データベースの登録件数となっており、異分野融合型次世代デバイス製造技術の5年間の研究状況を時系列でみることも可能となっている。



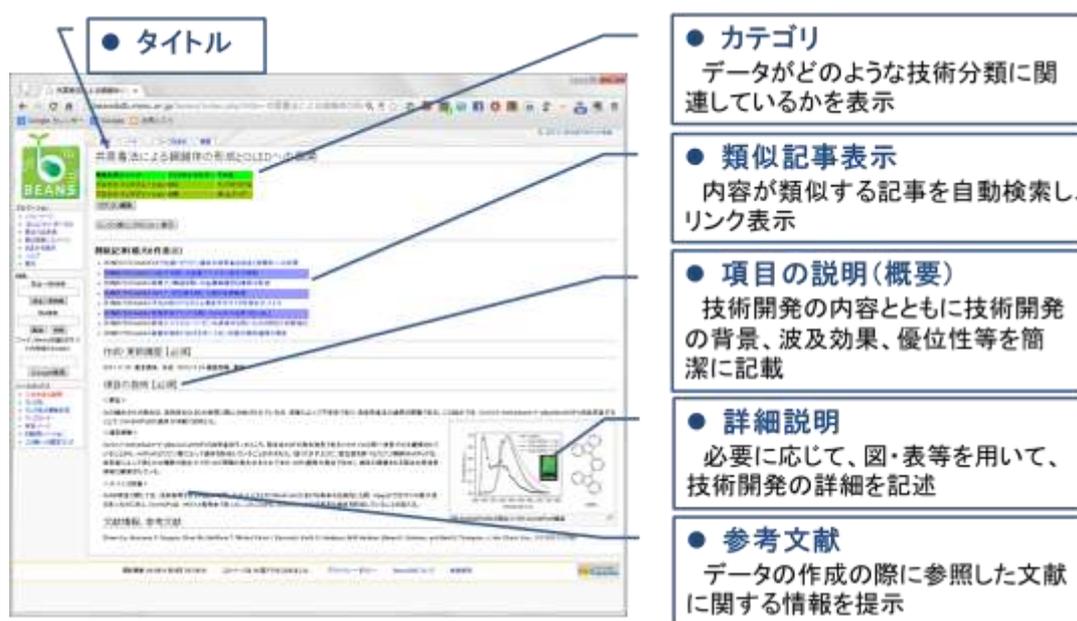
図④-(4)-1-1.1 各 BEANS 研究センター・WG のデータ蓄積件数の推移（再掲）

異分野融合型次世代デバイス製造技術の体系化のために構築した知識データベースのカテゴリ分類への知識データの登録状況を図④-(4)-1-1.2 に示す。健康医療応用デバイス」、「安全安心快適デバイス」、「環境応用デバイス」の 3 つの応用分野、及び「プロセス・インテグレーション」、「機能・製作用要素」という 2 つの基盤技術のカテゴリ分類によって収集した知識データが整理され、システムの機能により、カテゴリ分類から知識データを検索できる形となっている。また、各技術分野・カテゴリ分類における登録データ件数についても提示される。このような情報から、利用者は技術開発の重要度やこれまでの取り組みの重点度を推察することが可能となる。



図④-(4)-1-1.2 各分野における知識データのカテゴリ登録件数

個々の知識データで利用者に提供する情報の内容を図④-(4)-1-1.3 に示す。利用者が知識データの概要を比較的簡単に把握することができるように、知識データに付与されている。技術分類を示す「カテゴリ」や「項目の説明（概要）」を冒頭部分に表示・記載するようにした。「項目の説明（概要）」では、技術開発の内容（原理や方式、特性）の他、技術開発の背景や応用展開等の波及効果、優位性を簡潔に述べている。より詳細な情報を求めている利用者に対しては、図・表等を用いた説明を記載することや参考文献を示すことで対応している。更に、利用者が興味をもっている内容の記事を見つけやすくするため、閲覧している知識データ（記事）と内容が類似している記事のリンクを示すようにした。



図④-(4)-1-1.3 知識データの記載内容

(4)-1-2 知識データベース・システムの機能

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの主な機能を表④-(4)-1-2.1 にまとめる。

本知識データベース・システムの知識データを閲覧・編集するためには、それぞれに権限に応じた利用者登録が必要であるとした。閲覧利用者登録では、利用者のメールアドレスや職種・業種を入力してもらうことで、利用者の情報収集・分析を可能とし、知識データベースの改善に役立てることができる。また、知識データを編集可能な利用者は、知識データを一定の質を保つため、知識データベ

ース編纂委員会の WG の有識者の他、運営機関が選定した有識者の推薦を受けた利用者に限定する。システムでは、このような利用者登録・認証に関わる機能が実装されており、閲覧ユーザに関しては、利用者の自動登録が可能となっている。

利用者が目的の知識データにアクセスするための検索機能としては、カテゴリ分類に基づく検索、キーワード検索を用意している。キーワード検索においては、ファイン MEMS 知識データベースとの連動検索により、一元的に技術情報の提供を可能としている。また、その他、各種ランキング表示に基づくおすすめ記事の表示や類似記事検索・表示等、利用者の検索目的に応じた機能を用意した。なお、ランキング表示においては、読者投票ランキングや閲覧回数ランキングといった、利用者の評価や利用状況のフィードバックを行うようにした。このような情報は、利用者が、どの記事がより価値が高いかということを判断するための指標を与えるものとなる。

新規知識データの作成・登録支援のための入力フォームや入力マニュアル、知識データのカテゴリ編集・登録機能を用意することで、最新の情報の追加蓄積が比較的簡単に行えるようにしている。また、知識データの付加価値向上を図るため、編集権限利用者が知識データにコメントを付与する機能を実装している。

その他、新規事例やアト・ランダムに選択された事例をポータルページに表示する機能を実装した。これらの事例の表示は、利用者の新たな知識データの発掘を促すものと考えられる。

表④-(4)-1-2.1 知識データベース・システムの主な機能

項目	機能説明
ユーザ登録	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザ登録フォームの表示 ・ファイブ MEMS 知識 DB とのユーザ登録共通化
ユーザ認証	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザ ID、パスワードによる認証 ・閲覧ユーザの設定による未登録者の閲覧制限 ・編集ユーザの設定による未登録者の編集制限
データ検索	<ul style="list-style-type: none"> ・カテゴリ分類による検索 ・キーワード検索（完全一致検索、あいまい検索、ファイブ MEMS 知識データベースとの同時検索）
データ入力支援	<ul style="list-style-type: none"> ・新規事例の入力フォームの出力 ・入力マニュアルの用意 ・カテゴリ編集・登録支援
ランキング表示	<ul style="list-style-type: none"> ・読者投票ランキング ・閲覧回数ランキング ・他記事からのリンク数ランキング
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・知識データへのコメント付与機能 ・類似記事表示 ・新着事例表示 ・今日の事例の表示（日替わりでランダムに表示） ・ポータルページへのアクセスカウンタ

(4)-2 今後の展開

本知識データベースは、プロジェクト終了後のなるべく早い時期に、国内の技術者・研究者に向けて広く公開し、BEANS プロジェクトの成果の社会への還元を行っていく。公開後の運用に関しては、管理・運営を一般財団法人マイクロマシンセンター (<http://www.mmc.or.jp/>) に移管し、MEMS 関連機関、技術者・研究者への利用案内を進めていく予定である。運用ルールに関しては、先行する知識データベースである、ファイブ MEMS 知識データベースに準拠する形とする。利用者登録の際には、業種・職種等のアンケートを実施し、利用者分析への利用していく予定となっている。

(5) 海外動向調査（ μ TAS2011/2012）

異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備において、MEMS 関連技術の最新情報の収集を目的として、平成 23 年度及び平成 24 年度は、国際会議 International Conference On Miniaturized Systems For Chemistry and Life Sciences（ μ TAS）に参加した。以下に、これらの学会参加に基づいて収集・分析された技術動向の報告を行う。

(5)-1 学会概要

micro-TAS 国際会議は、細胞や DNA をはじめとする生化学分析に必要な機能を、微細加工技術を用いて微小なチップ上に集約したデバイスである μ TAS（Micro-Total Analysis Systems）に関連する技術を中心として、最新の研究成果が報告に基づき、各国の研究者の間で議論が行われる場となっている。要素技術としては、材料・プロセス・デバイス・分析手法・応用デバイス等、多岐に亘り、基礎技術から実用化・製品化を見据えたものまで、幅広い研究フェーズが議論の対象となっている。

本会議全体の印象としては、会議名に“ μ TAS”と入っているため、当然ではあるが、Microfluidics 技術を用いた診断デバイスの集積化というテーマが大きな柱となり、報告・議論が行われたように感じられた。中でも、遺伝子解析、タンパク質分析といったテーマに即したものが大きな流れであったが、個々の具体的な病気の診断といった臨床応用に向けたテーマも散見され、疾患に対する適切な手法・デバイスが検討されているようであった。Plenary セッション、Oral セッションでのプレゼンテーションは技術内容だけでなく、作製したデバイスのデモンストレーション動画等を披露する等、応用を意識したものが目立っていた。但し、デバイス作製の要素技術である、材料・プロセスについては、まだまだ最適なものを探索しているといった状況であり、BEANS プロジェクトでの異分野融合をキーワードとした技術開発が本分野でも鍵となり得るという所感を持った。

(5)-2 参加者動向

学会参加者（事前登録者から集計）は、平成 23 年度は 967 名、平成 24 年度は会議事務局からの詳細な数字の報告はないが、「1,000 以上の参加者を見込んでい」との記載が会議のウェブページ上に見られたことから、平成 23 年度と同程度であったと思われる。以下に、平成 23 年度の参加者名簿から分析した地域別・国

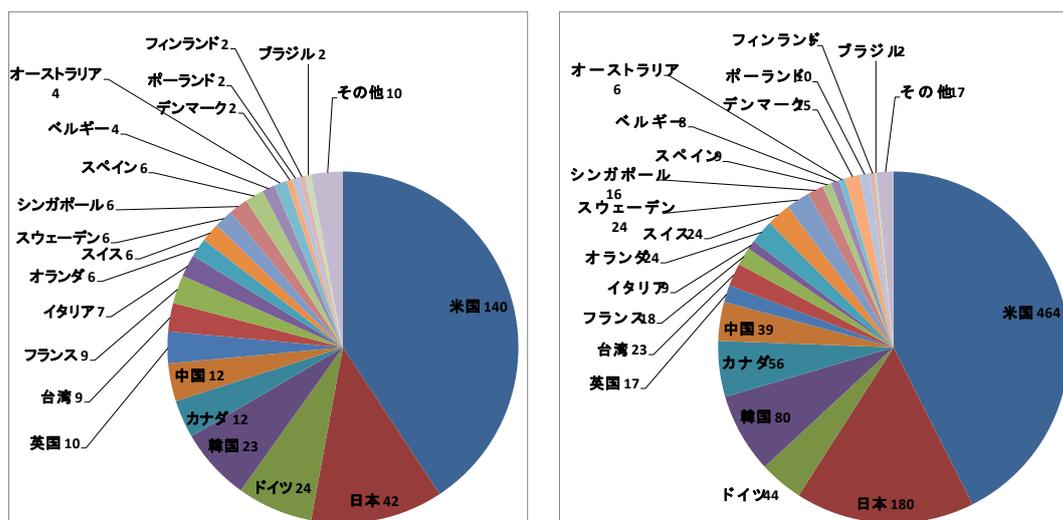
別・機関別の動向を報告する。なお、平成 24 年度は、会議事務局から参加者名簿の提供がなかったため、分析はできていないが、開催国が日本ということもあり、日本を中心としてアジアの参加者が多くなったかと思われる。

表④-(5)-2.1 に地域別の参加機関数、及び参加者数を示す。機関数・参加者ともに北米がトップ、2 位がアジア、3 位が欧州となっており、上位 3 位で全体の 95% 以上を占めている。

図④-(5)-2.1 に国別の参加機関数・参加者数を示す。国別では、開催国である米国がトップとなっており、それに大きく引き離される形で日本、ドイツと続いている。

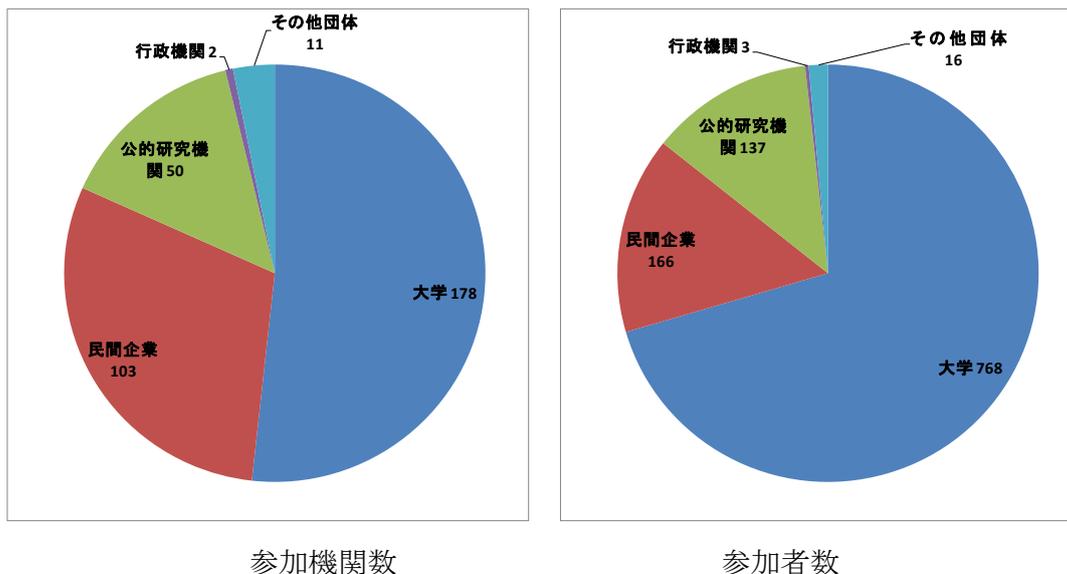
表④-(5)-2.1 地域別参加機関数・参加者数

地域	参加機関数	参加者数
北米	152 (44.2%)	520 (47.7%)
アジア	94 (27.3%)	340 (31.2%)
欧州	87 (25.3%)	217 (19.9%)
オセアニア	5 (1.5%)	7 (0.6%)
南米	3 (0.9%)	3 (0.3%)
中東	2 (0.6%)	2 (0.2%)
アフリカ	1 (0.3%)	1 (0.1%)



図④-(5)-2.1 国別の参加機関数・参加者数

図④-(5)-2.2 に機関種別の参加機関数・参加者数を示す。参加機関数・参加者数ともに大学が最も多く、参加者数では一層その傾向が強くなっている。大学では、一機関あたり 4.3 人の参加者数となっており、公的研究機関の 2.7 人/機関、民間企業の 1.6 人/機関と比較して、機関あたりの参加者数が多くなっている。



図④-(5)-2.2 機関種別の参加機関数・参加者数

表④-(5)-2.2 と表④-(5)-2.3 に、各地域の機関種別参加機関数、及び機関種別参加人数を示す。どの地域でも大学が参加機関の半数を超え、大勢を占めているが、アジアは比較的大学の参加割合が高く、北米・欧州は企業の参加割合が他の地域に比べて高くなっている。また、公的研究機関の参加割合は、欧州・アジアが高く、日本と北米が低い。この結果から、各国とも本分野の技術開発自体は、大学等のアカデミックな機関で基礎的な研究が主流であると考えられる。しかしながら、北米や欧州では、技術の製品化や事業化へ向けた企業の関心も強く、民間の研究資源が投入されている様子が伺える。一方、アジア全体では、大学・公的研究機関の参加割合が高く、研究開発の推進に対し公的な研究資源の役割が大きくなっていることが示唆される。なお、日本の参加機関の傾向は、アジアと北米の中間的な状況である。大学が技術開発に対して大きな役割を果たす一方で、アジアの他の国に比べて、製品化・事業化に向けた取り組みも活発である傾向が伺える。

表④-(5)-2.2 各地域の機関種別参加機関数とその割合

機関種別	日本	北米	欧州	アジア	全体
大学	23 (54.8%)	77 (50.7%)	37 (42.5%)	56 (59.6%)	178 (51.7%)
民間企業	12 (28.6%)	57 (37.5%)	27 (31.0%)	16 (17.0%)	103 (29.9%)
公的研究機関	5 (11.9%)	11 (7.2%)	19 (21.8%)	20 (21.3%)	50 (14.5%)
行政機関	1 (2.4%)	1 (0.7%)	0 (0.0%)	1 (1.1%)	2 (0.6%)
その他団体	1 (2.4%)	6 (3.9%)	4 (4.6%)	1 (1.1%)	11 (3.2%)

表④-(5)-2.3 各地域の機関種別参加者数とその割合

機関種別	日本	北米	欧州	アジア	全体
大学	136 (75.6%)	387 (74.4%)	124 (57.1%)	248 (72.9%)	768 (70.5%)
民間企業	20 (11.1%)	93 (17.9%)	44 (20.3%)	25 (7.4%)	166 (15.2%)
公的研究機関	21 (11.7%)	31 (6.0%)	42 (19.4%)	64 (18.8%)	137 (12.6%)
行政機関	1 (0.6%)	2 (0.4%)	0 (0.0%)	1 (0.3%)	3 (0.3%)
その他団体	2 (1.1%)	7 (1.3%)	7 (3.2%)	2 (0.6%)	16 (1.5%)

(5)-3 μ TAS2011 の収集情報

以下に、 μ TAS2011 の各セッションで収集した情報の概要を報告する。

【Plenary セッション】

Plenary セッションでは、会議全体を通して 6 つの講演が行われた。遺伝子やたんぱく質の分析手法、デバイス開発、及び今後の本分野の展望等、様々な視点での講演が行われた。以下に、各講演の概要を示す。

■ 米国スタンフォード大学, S.R. Quake 氏

単一細胞レベルでの遺伝子の培養制御・分析に関する研究成果についての紹介が行われた。従来の遺伝子検査 (qPCR) では一度に分析が行える反応数が限られていたが、Microfluidics を用いることにより、何千もの化学反応を並列的に実行できるようにしたこと、開発した技術の製品化を行ったとの報告があった。

■ インペリアルカレッジ・ロンドン, M.M. Stevens 氏

光ダイオードが組み込まれた MEMS Fabry-Perot 干渉計をもとにした、Label-Free なたんぱく質センサの開発についての講演が行われ、その中で干渉計の膜材料に

parylene を用いることで高い透過性と低いヤング率を同時に実現し、従来のピエゾ抵抗型のセンサより S/N 比が 2 桁程度高い高感度 MEMS センサを実現したとの報告がなされた。

■ 大阪大学, T. Yomo 氏

コンパートメント中での RNA 複製に関する研究結果について報告がなされた。RNA が遺伝子情報を自己複製するためには、単一の遺伝子分子を含む μ メートルサイズのコンパートメントが必要であることが示された。この結果は、人工的な複製条件に関する情報を与えるだけでなく、生命の起源が μ メートル程度の環境で解明できる可能性があることを示唆するものであることが強調された。

■ ルンド大学, T. T. Laurell 氏

音響定常波を用いて、Microfluidics 中でのターゲット粒子の制御・分析を行う技術の原理、開発デバイス及びその応用事例についての報告が行われた。応用例のデモンストレーションとして、裁判の証拠として用いる検体の精製について紹介がなされた。また、サブマイクロリットルの微小な検体で細胞間や細胞に対する薬品の影響を詳細に調べるためのシンプルな毛細管システムを開発したとの報告がなされた。

■ UNITT (韓国), Y.-K. Cho

診断・検査における一連のプロセスを、Microfluidics を用いて一つのチップ上で行うためのデバイス開発について、その状況が報告された。デバイスへの流体注入のためのポンピングや攪拌、流速の制御、検査といった各プロセスに対する要素技術が、実際に試作されたデバイスの動作の様子とともに紹介された。

■ Institute for Systems Biology(USA), L. Hood

遺伝子解析を用いた診断、創薬についての必要性やメリット、市場効果、米国を中心とした研究開発プロジェクトの最新動向について紹介がなされた。更に、IT・情報化社会が実現した 20 世紀に対して、21 世紀は生体情報が鍵を握る世紀と位置付け、今後の生命工学・医療分野についての技術の進展、病気の診断等に関する未来像が示された。

【Oral セッション】

Oral セッションでは、会議全体を通して 11 のパラレル・セッション（33 の小セッション）が行われた。以下に、これらのセッションの参加したセッションの概要をまとめる。

■ Point-of-Care Testing (Session 1C1)

患者に近いところで行われる診断・治療への応用技術に関する報告、及び議論が行われた。遺伝子起源のドライアイの判定を極めて少ないサンプル量で簡易に行う手法 (University of California, Berkeley) や生体試薬入りのビーズの分離する技術開発 (University of Tokyo 他)、患者から採取した血液サンプルを用いてその場で診断を行えるカードの開発 (University of Washington 他) の 3 件について、その研究成果が報告された。

■ Gradients & Dynamics (Session 1B2)

拡散勾配を用いたマイクロ流体の制御、及びその動的挙動の観測に関する報告、議論が行われた。層流を用いた新規デバイスによる細胞中の分子の動的な挙動を観測 (NIST)、脳の回路形成や皮質ニューロンの移動に対して重要な活動と考えられる自発同調の測定デバイスの開発・評価 (University of Washington) 等の 3 件について、その研究成果が報告された。

■ Nano- & Microchannel Separations (Session 1C2)

微小な分子や DNA からの検出信号等の分離・検出に関する報告、議論が行われた。ナノウォール・アレイ構造から得られる回折光を用いて、Label-Free で微小な分子、及び DNA の検出・分離する技術の開発 (Nagoya University 他) 等に関する 3 件の研究成果が報告された。

■ Advance Fabrication Techniques at Micro- & Nano-Scale (Session 1C3)

生体デバイス応用のための微小構造形成の技術開発に関する報告、議論が行われた。熱ナノインプリントを用いた生体分子のセンシング応用のための高集積デバイスの作製 (National Research Council), 細胞の培養等への応用に向けた超薄型・超高弾性 PDMS 膜の作製 (Korea University), 生体足場構造として用いるバクテリア・セルロース・マイクロチューブの作製プロセス開発 (University of Tokyo 他) の 3 件について、その研究成果が報告された。

■ Optics (Session2B1)

計測・評価のための光学的な計測手法やデバイスの開発に関する報告、議論が行われた。マイクロ液滴の光学共鳴性を用いた液滴サイズの同定や液滴中のナノ粒子の検知を行う手法 (Stanford University)、Alternately Segmented Multiphase Liquid ストリング形成を用いた欠陥の少ないマイクロレンズの作製 (Tokyo Instituted of Technology)、水中でのプロトゾア粒子のサイズや形状、屈折率を測定するためのデバイス開発 (Nanyang Technological University) の3件について、その研究成果が報告された。

■ Controlling Fluidics Circuits (Session 2C2)

微小流体の制御手法、及びデバイス開発に関する報告、議論が行われた。圧力波の周波数を変えることにより、従来よりも簡易に流速を制御する技術の開発 (University of Virginia 他)、流路・攪拌室・分析室や制御に関わる論理回路を Microfluidics によって形成したデバイスの開発 (University of California, Irvine) 等、3件の研究成果が報告された。

■ Micro-Probing Worm & Files (Session 2A2)

μm オーダーでの虫等の生体内の観測に関する手法・デバイス開発に関する報告、議論が行われた。ショウジョウバエの幼虫の動きを束縛し生体内の様子を観測するための Microfluidics を用いたチップの開発 (University of Michigan) 等、3件の研究成果が報告された。

■ Protein Biomarker (Session 2C3)

たんぱく質分析のための酵素や磁性材料等、新たなバイオマーカーの開発、及びそれらを用いたマイクロデバイス開発に関する報告、議論が行われた。冒頭に、OptimiserTM による次世代のマイクロプレートが紹介された (Soloam Bioscience) 後、デジタル Microfluidics とハイドリゲル中での酵素の制止技術の融合によるたんぱく質分析プロセスの開発 (University of Tronto)、微小流体中での磁性ビーズによるたんぱく質バイオマーカーの補足・検出技術 (Ecole Polytechnique Federal de Lausanne) についての研究成果が報告された。

■ Bilayers/Vesicles/Liposomes (Session3C1)

脂質二重膜や小胞体、リポソームといった生体構造を利用した、たんぱく質等の生体材料の計測、検知技術についての報告、議論が行われた。脂質二重膜を用いた高スループット膜特性分析技術の開発 (MESA+, University of Twente) 等、3件の研究成果が報告された。

■ Robots & Microscopy (Session 3C2)

生体観測の自動化、観測データ可視化等の要素技術、及びデバイス・システム開発に関する報告、議論が行われた。観測のための生体の捕捉するためのマイクロサイズのロボットの開発 (Nagoya University 他)、三次元 CT を用いたトモグラフィ技術 (University of California, Los Angeles)、フォトニック結晶を用いたレーザー光源の開発 (Yokohama National University) の3件の研究成果が報告された。マイクロサイズのロボット開発では、ロボットの捕捉スピードの向上を図った。今後は、捕捉精度の向上、ロボットのアーム材料の検討が課題ということであった。また、フォトニック結晶では、高感度・高分解能・生体応用性・低コスト・集積化容易性が期待され、今後は、イメージング範囲の拡張等が課題ということであった。

■ Nanoscale Particle & Interaction (Session 3C3)

ナノスケールの粒子の捕捉・分離等に関する研究結果の報告、及び議論がなされた。2本のマイクロ流路を交差させて流速を制御することにより、たんぱく質中で一分子を捕捉する技術 (University of Illinois, Urbana-Champaign)、蛍光発光の観測によって DNA の分離ダイナミクスを観測する技術 (Nagoya University 他) 等、3件の研究成果が報告された。なお、University of Illinois の一分子捕捉技術では流速を制御することにより分子をトラップする位置も変えることが可能で、マイクロマニピュレーションへの応用も可能ということであった。

【Poster セッション】

Poster セッションは、3回に亘り開催され、合計 588 件の報告が行われた。Poster セッションは大きく、表④-(5)-3.1 に示すような 9 つのセッションに分類され、2 時間を超える十分な時間の中で熱心な議論が交わされていた。

表④-(5)-3.1 Poster セッションの分類とキーワード

A. Life Science Application	B. Microreaction Application	C. Microreaction Fundamentals
Genomics & Proteomics Drug Development Cell Culture/Handling/Analysis Others	Flow Chemistry/Synthesis In-Line Analysis/Process Control Integrated Synthesis & Work-up Others	Fluid Mechanics & Modeling Micro Liquid Handling Multi-Phase & Digital Microfluidics Multiscale/Integrative Microfluidics Others
D. Integrated Micro- and Nanotechnologies	E. Nanotechnologies	F. MEMS & NEMS Technologies
Genetics Analysis Systems Proteomic Analysis Single or Multi-Cell Analysis Forensics Others	Nanofluidics Nanoengineering Nanobiotechnology Nanoassembly Nanostructured Materials Others	Micro- & Nanomachining Microfluidic Components/Packaging Integration Strategies New Chip Materials Surface Modification Others
G. Bench-to-Bedside	H. Imaging & Detection Technologies	I. Other Applications
Point-of-Care Testing Cell Sorting Cell Analysis Genomics Proteomics Others	Flow Visualization Optical Electrochemical Mass Spectrometry Optofluidics Others	Environment Agriculture Separation Science Food & Nutrition Fuel Cell Others

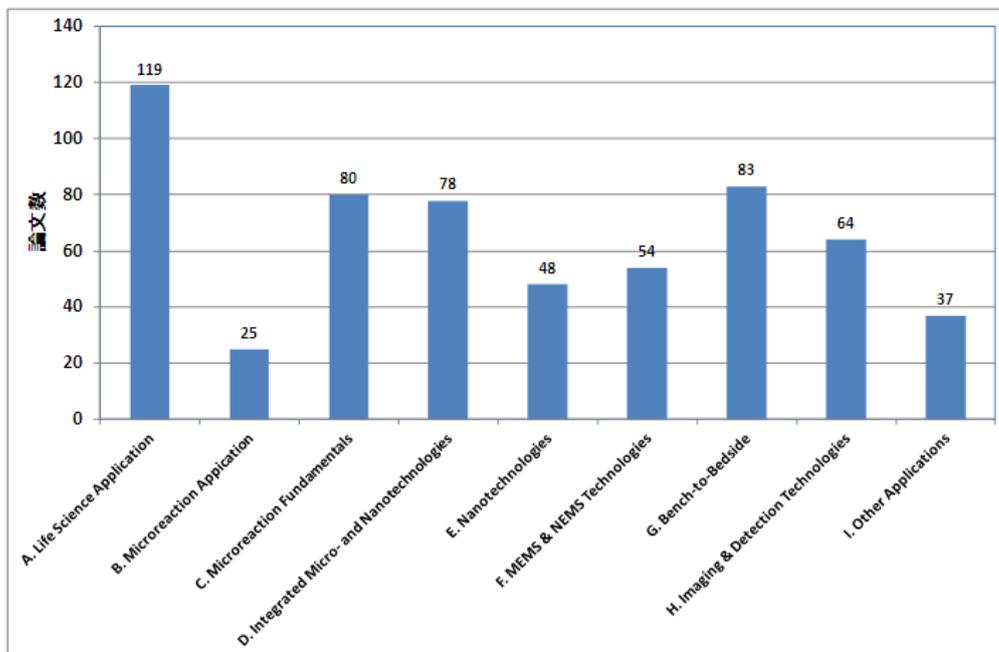
Poster セッション分類に対する論文数の分布を図④-(5)-3.1 に、キーワードに対する論文数の分布を図④-(5)-3.2 に示す。

セッションとしては、Life Science Application の論文数が 119 件と最も多く、Bench-to-Bedside (83 件)、Microreaction Fundamentals (80 件)、Integrated Micro- and Nano-technologies (78 件) と続いている。キーワードでは、Cell Culture/Handling/Analysis の 73 件に次いで Single- and Multi-Cell Analysis が 47 件と、細胞の培養・処理・分析といったライフサイエンス分野の応用に関連したものが目立っている。また、Bench-to-Bedside セッション中の Point-of-Care Testing も 43 件となっており、研究室の成果を直接、臨床検査へ応用することを目指したものが数多く発表されていた。

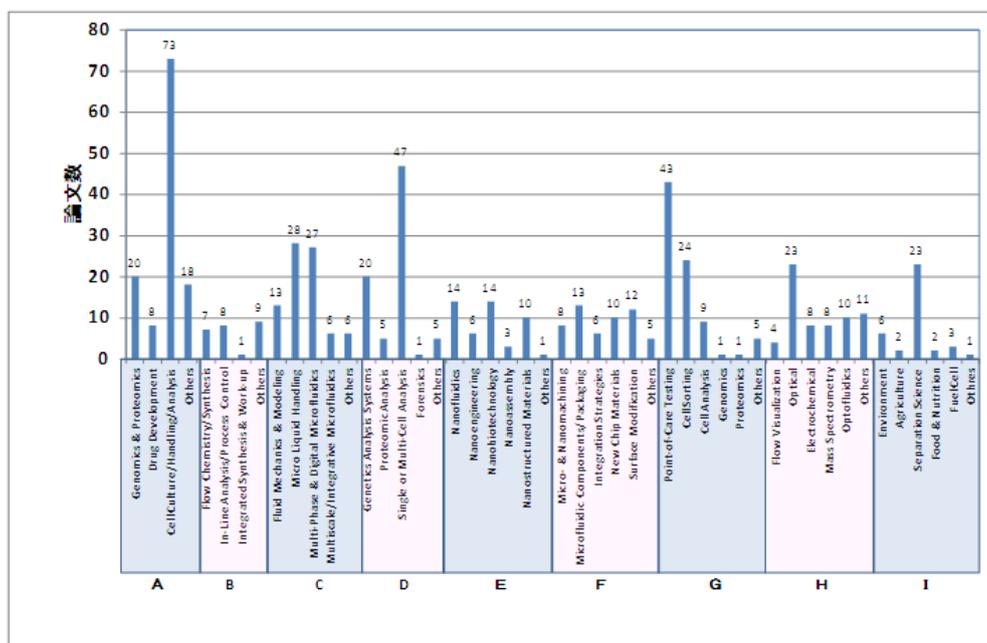
基盤技術については、マイクロ反応機構の解明等に関連した Microreaction Fundamentals、Integrated Micro- and Nanotechnologies (マイクロ・ナノ集積技術) が多くなっていた。Microreaction Fundamentals では、微小流体の取り扱いに関連したキーワードに多くの論文が分布し、マイクロ・ナノ集積技術では、細胞の分析に関連したキーワードに論文が集中していた。

この他、Nanotechnology (ナノテクノロジー)、MEMS&NEMS Technologies (MEMS&NEMS テクノロジー) セッションでは、設定されたキーワードにほぼ満遍なく論文が分布していた。ナノテクノロジーでは、ナノ流体、ナノ・バイオ技術、ナノ構造材料といったキーワードに関連した論文が発表され、MEMS&NEMS

テクノロジーでは、Microfluidics のためのデバイスやパッケージ化、チップ用の材料、表面改質といったキーワードに関連した論文が多く報告されていた。



図④-(5)-3.1 Poster セッションに対する論文数の分布



図④-(5)-3.2 キーワードに対する論文数の分布

(5)-4 μ TAS2012 の収集情報

以下に、 μ TAS2012 の各セッションで収集した情報の概要を報告する。

【Plenary セッション】

Plenary セッションでは、会議全体を通して 6 つの講演が行われた。遺伝子やたんぱく質の分析手法、デバイス開発、及び今後の本分野の展望等、様々な視点での講演が行われた。以下に、各講演の概要を示す。

■ 公立はこだて未来大学（日本），T. Nakagaki 氏

モデル生物をモジホコリカビの原虫とした、アメーバ生物で情報処理の行動予測に関する研究報告が行われた。複数の場所で餌があるとき、それらを捕食する最短経路を見つけ出すための数学的なアルゴリズムが提案された。また、最短経路の発見だけでなく、過去に経験した気候変動から次の変動を予測したり、不快な化学物質に遭遇した場合に、ある種、どっちつかずの行動をとったりすることがあるが、これらの行動についても数学的なモデルを用いた説明されることが示された。

■ ノバルティス バイオメディカル研究所(USA)，E. Pecho-Vrieseling 氏他

ニューラルネットワークが誤って折り畳まれたタンパク質の伝播が寄与していると考えられる神経変異疾患のメカニズム解明に関する研究報告が行われた。筆者らは、野生型ヒト胚性幹細胞の新規の共培養系（た hESC）由来器官のニューロンを使用することによって、変異ハンチンチン凝集体が神経ニューロンに伝播することを実証した。このような研究結果から、病気の進行との機構解明による標的治療のための新しい手手法に繋がる可能性が示唆された。

■ Monterey Bay Aquarium Research Institute(USA)他，J. Birch 氏他

海底で動作するセンサ、自動環境サンプル分析装置を用いた海洋微生物の検知に関する研究報告が行われた。マイクロ流体技術の出現は、海洋学の分野でも海内の微生物集団におけるゲノムまたは遺伝子産物の研究を進展させるものであるが、試料を収集することが課題であった。ここでは、環境サンプルプロセッサ (ESP) は、サンプル収集、処理、および分析の詳細が報告された。

■ ミシガン大学(USA), S. Takayama 氏

化学物質の挙動を空間的・時間的な制御し *in vitro* と *in vivo* での生体反応分析の差異を埋めるマイクロ流路システムの提案が行われた。多くの生物学的研究や薬理学的なアッセイでは、細胞を生体環境の外で培養することを必要とするが、細胞の薬品のスクリーニングから適切な反応を得るためには、細胞、本来の生体環境に近い状況に置く必要がある。多くの *in vitro* 環境は巨視的、平面的で、静的であるのに対して、*in vivo* 環境は微視的、立体的、動的である。このような背景をもとに、化学物質や細胞、流体の力学環境の時空間制御を可能にするマイクロ流体システムへの取り組みに対する概念が報告された。更に、医学的応用へのトピックとして、チップ上での体外受精、チップ上の肺モデル、癌、細菌群集、およびナノ流体のクロマチン分析のマイクロ流体モデルが紹介された。

■ ソウル大学校 (韓国), S. Kwon 氏

ピコ・ナノリットル程度の容積をもつ、非常に不均質な液体のハンドリングの鍵となる技術開発に関して報告が行われた。DNA やタンパク質が、液体ベースのアッセイの多重化などの表面に多数結合した分子のための多くの多重配列が必要であるが、その決定的な方法は未だ提示されていない。本講演では、その一つの方法として、マイクロウェルに異なる液体の多数を配分する "partipetting" という方法が提案された。更に、これまで検討されてきた partipetting の応用事例が紹介された。

■ Institut für Mikro- und Informationstechnik (Germany), R. Zengerle

μ TAS 分野は、近年、論文数の増加に見られるように盛んに研究されている分野ではあるが、製品化という面では MEMS に遅れをとっている立場から、 μ TAS でどのようなことを考えていかなければいけないかということを提案する内容の講演であった。製品化・産業化を進める鍵としては、携帯電話やスマートフォン等の広く普及している機器との親和性、簡単な操作、オープンプラットフォームが提示され、その一つの方策として標準的な実験室に装備されている遠心分離機、リアルタイム PCR サイ클ラーや第二世代シーケンサー等に取り付けて、その機能を拡張するチップの創製という新しい考え方が提案された。更に、このような考え方に見合うマイルストーン的なデバイスが事例として紹介された。

【Oral セッション】

Oral セッションでは、会議全体を通して 10 のパラレル・セッション（29 の小セッション）が行われた。以下に、これらのセッションの参加したセッションの概要をまとめる。

■ Single Cell Analysis (Session 1B1)

単細胞に対する検知や動的な挙動といった分析技術についての報告が行われた。「液滴中のセルのラベルフリーで高いスループットの電気的な検知」(Univ. of Twente)、「マイクロ流体技術を用いたワクチニアウイルス粒子の融着の動的挙動・速度論的研究」(ETH Zurich)、「単細胞におけるシグナル伝達経路のデジタル検出」(Univ. of Toronto) が講演された。

■ Optics (Session 1C2)

光学的な手法を用いた測定手法に関する報告があった。「高分解能顕微鏡のためのマイクロ流体オイルイマージョン・レンズ」(Univ. of Michigan)、「デジタルホログラフィを用いたマイクロ液滴のリアルタイム 3 次元測定」(Ushio INC.)、「カルデラ型新規光学ミラーを用いた集積角度分解分光」(Univ. of Tokyo) が講演された。

■ Microfluidic Component (Session 1A3)

マイクロ流路における各種制御やデバイスの高機能化を行うためのコンポーネントに関する研究の報告が行われた。「超低レイノルズ数でのダイオードの特性向上を高める円形マイクロチャネル」(Univ. of California, Berkeley)、「高速液滴操作のための MEMS ピラー化表面」(Univ. of Tokyo)、「プログラミングされたピラーによる交差流路の工学設計」(UCLA)、「アナログ圧力生成ポンプのための連続デジタル・アナログ変換」(Stanford Univ.) が講演された。

■ Polymer Material (Session 2B1)

重合体材料、及び重合体材料を利用した生体反応評価に関する報告が行われた。「液体中に閉じ込められたマイクロカプセルの符号化、及び多種同時測定のための異種アセンブリ」(Seoul National Univ.)、「三次元マイクロゲル形成のためのデジタルマイクロ流体技術と心筋組織アッセイ」(Univ. of Toronto)、「マルチスケール・ソフト・マテリアルの形成の第一歩としてのモザイクハイドロゲル」(Univ. of Toronto) が講演された。

■ Nano Materials (Session2C2)

マイクロ流体技術を用いたナノ構造の形成やナノ構造による電気化学的特性の向上を目指した研究について報告が行われた。「三次元流体力学フォーカシング手法によるハイブリッド構造の形状制御」(The Pennsylvania State Univ.他)、「高効率な電気化学的な水分解のための階層的 TiO₂ ブラシ型ナノ構造」(Univ. of Tokyo 他)、「液滴を用いた三次元構造グラフェン合成」(KAIST) が講演された。

■ Microfluidics for Ocean Application (2SS, Special Session)

本国際会議の特別企画セッションとして、海洋調査での生化学分析に関する各種報告が行われた。「サンゴ礁のマイクロ生態系の生物・化学的な分析」(Shizuoka Univ. 他)、「海洋資源調査へのマイクロ流路デバイスの利用」(JAMSTEC 他)、「レーザ誘発ブレイクダウン分光を用いた海底環境での化合物分析」(Univ. of Tokyo)、「海底採掘による長期地球内部調査」(JAMSTEC)が講演された。

■ Biomedical Application (Session 3A1)

マイクロ流路技術の生物医学応用に関する研究が報告された。「パルス放電マイクロ電気ナイフによる単分散マイクロ気泡を用いた単細胞手術」(Nagoya Univ.他)、「表面プラズマ共鳴によるバイオマーカーの検出のための血液の高速検査」(Kanagawa Univ.他)、「薬品かん流機能を持つインプラント型マイクロ流路デバイス」(Univ. of Tokyo 他) が講演された。

■ Cell Deformability (Session 4A1)

細胞の変形分析、及びその生化学分析の利用に関する研究が報告された。「単細胞マイクロチャンバアレイチップを用いた大量の血液細胞の変形分析」(Univ. of California, Berkeley)、「変形サイトメトリーによる白血球の機械的遺伝子検査」(UCLA 他)、「非同期論理回路を用いた粒子の大きさ、および変形ベースの並び替え」(MIT) が講演された。

■ Robots & Microscopy (Session 3C2)

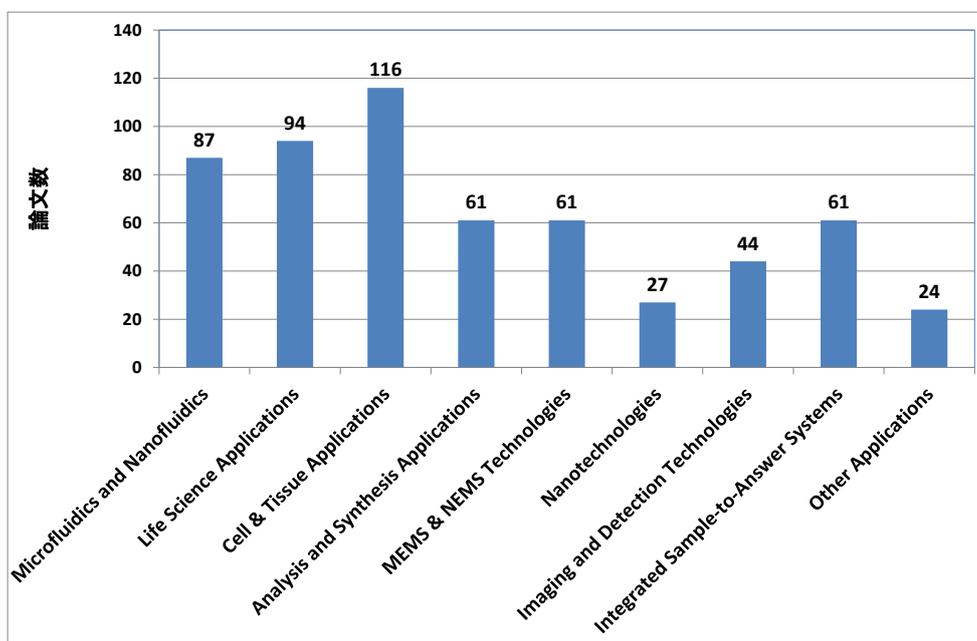
遠心分離技術をマイクロ流路デバイスによる生化学分析に関する研究報告が行われた。「In-situ 環境分析のための光学スイッチング可能なマイクロバルブを備えた Lab-on-a-Disk」(Dublin City Univ.)、「医学診断のためのチップ上での DNA フェ

イバのセットアップ」(KAST 他)、「マイクロ流路デバイスを用いた分離・沈降による精子の質分析」(National Taiwan Univ.) が講演された。

【Poster セッション】

Poster セッションは、3 回に亘り開催され、合計 600 件の報告が行われた。図④-(5)-4.1 に示すような 9 つのセッションに分類され、2 時間を超える十分な時間の中で熱心な議論が交わされていた。

本会議の分野全体の動向をみるため、ポスターに採択された論文のカテゴリ別の件数を図④-(3)-2.6 にまとめる。ここで、論文のカテゴリ分けは、 μ TAS2012 のプログラムに掲載されている情報に従っている。論文数が最も多いカテゴリは、細胞や組織の培養、分析といった応用に関する研究である”Cell & Tissue Application”であり、医療・ヘルスケア分野の検査・診断といった応用に関する”Life Science Application”、マイクロ・ナノ流路技術による粒子の操作やデバイスの作製に関する”Microfluidics and Nanofluidics”が続いている。 μ TAS2011 とは、カテゴリが異なっているため、一概には比較できないが、マイクロ流路技術や医療・ヘルスケアへの応用に向けた研究が多い傾向は変わっていないようである。



図④-(5)-4.1 Poster セッションに対する論文数の分布

⑥ プロジェクト推進及び研究支援業務

(1) 委員会活動

この他、本プロジェクトの目的・目標達成に向けてプロジェクトの円滑な推進を図るため、進捗管理・調整、技術的課題の検討・対策、知財の有効的な取得ならびにその成果展開等を目的として、プロジェクトリーダーの下、「BEANSプロジェクト推進連絡会」（推進連絡会）を開催する。また、推進連絡会のもと「技術研究委員会」、「知識データベース編纂委員会」、「シミュレーション委員会」、「標準化委員会」、「知財委員会」委員会を設置し、当該委員会活動の企画・サポート、プロジェクト参画企業・大学・研究所間の技術調整、成果・知財の普及、標準化に関する業務を行った。

表⑥-(1)-1.1 に、プロジェクト期間における各委員会の開催状況をまとめる。中間評価以後 2 年間の各委員会での活動の詳細については、次節以降で報告する。なお、中間評価以前の活動状況の詳細については、中間評価報告書にて報告済みであるため、割愛する。

表⑥-(1)-1.1 BEANS プロジェクトにおける委員会開催状況

	H20 年度	H21 年度	H22 年度	H23 年度	H24 年度
プロジェクト推進連絡会	H20.08.22	H21.07.06	H22.04.22	H23.05.16	H24.04.24
	H20.10.20	H21.09.29	H22.07.12	H23.07.29	H24.07.25
	H21.01.19	H22.01.08	H22.10.28	H23.10.24	H24.10.25
	H21.03.03	H22.03.02	H23.01.20	H24.01.26	H25.01.28
技術研究委員会	H20.10.14	H21.05.20	H22.06.16	H23.05.16	H24.04.16
	H21.01.16	H21.07.30	H22.10.12	H23.07.22	H24.07.19
	H21.03.17	H21.09.24	H23.01.12	H23.10.11	H24.10.01
		H21.12.16		H24.01.16	H25.01.18
	H22.02.25				
知識データベース編纂委員会	H20.10.17	H21.07.31	H22.10.26	H23.09.13	H24.04.24
	H20.11.26	H21.09.25	H23.01.17	H23.11.14	H24.07.17
	H21.02.23	H21.12.08	H23.03.02	H24.02.09	H24.10.17
		H22.02.10			H25.01.11
シミュレーション委員会	H20.10.17	H21.07.03	H22.07.21	H23.09.22	H24.05.28
	H21.01.16	H21.09.03	H22.10.20	H23.12.13	H24.09.03
	H21.03.11	H21.12.09	H23.02.03	H24.02.29	H24.12.10
		H22.02.24			H25.02.01
標準化委員会	H20.10.16	H21.06.30	H22.12.25	H23.07.26	H24.09.19
	H21.01.14	H22.04.24	(測定評価分科会)	H23.09.13	H24.12.12
	H21.03.16				
知財委員会	H20.10.16	H21.07.02	H22.05.11	H23.09.28	H24.06.27
	H21.02.05	H21.12.24	H22.10.21	H24.02.23	H24.09.27
		H22.02.25	H23.02.18		H25.02.08
BEANS 成果展開検討分科会 (知財委員会の分科会として設置)			分化会を設置	H23.06.30	H24.04.23
				H29.09.06	H24.05.23
				H23.10.07	H24.06.21
				H23.12.14	H24.09.12
				H24.02.15	H25.01.29

(1)-1 BEANS プロジェクト推進連絡会

プロジェクト最高会議として、参画機関の研究開発責任者から構成され、プロジェクトの目標達成に向けて円滑な事業推進を図ることを目的として、四半期に1回の頻度で、研究開発項目毎の進捗状況の確認、研究開発項目間の調整、及び本連絡会の下に設置する以下各委員会の運営状況の把握と決議事項の承認等を行った。平成23年度は5月16日、7月29日、10月24日、1月26日の4回、平成24年度は4月24日、7月25日、10月25日、1月28日の4回開催した。

(1)-2 技術研究委員会

プロジェクトへ出向研究員を派遣している企業の研究管理者とプロジェクト推進責任者（PL, SPL, 各センター長等）から構成し、企業ニーズを踏まえた研究の推進を目的として、四半期に1回の頻度で、研究センター長からの研究計画・進捗状況の報告、それを受けて企業委員からの要望やコメントを得る形で率直な討議を行った。平成23年度は、5月16日、7月22日、10月11日、1月18日の4回、平成24年度は、4月16日、7月19日、10月1日、1月18日の4回開催した。特に最終年度の平成24年度は、プロジェクト終了後の実用化構想などについて議論し、多くの企業がBEANS成果に期待していることを確認した。

(1)-3 知識DB編纂委員会

研究開発項目④異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースの整備のため、プロジェクトの外部有識者とプロジェクトの研究開発責任者から構成し、知識データの登録・編纂状況の確認、知識データベースの付加価値向上に向けた具体的方策の検討、知識データシステムの開発者の進捗報告に基づく評価・議論、及び登録知識データに関する委員会の情報交換を行った。知識データベース編纂委員会の開催状況を表⑥-(1)-3.1に示す。

平成23年度は、平成23年9月13日、平成23年11月14日、平成24年2月9日の3回開催し、知識データのカテゴリ登録バランス向上に向けた対応と知識データの質向上に向けた施策の検討を行った。また、システム開発において、知識データに第三者がコメントすることで質向上を図ることを支援するノート機能や類似記事検索機能について利用者の立場から評価し、改善に向けた助言を行った。

平成24年度は、平成24年4月24日、平成24年7月17日、平成24年10月17日、平成25年1月11日の4回開催し、知識データの質向上に向けた具体的手順

の確認、及び作業の進捗状況の確認を行った。また、システム開発において、知識データの類似記事表示方法や公開に向けた機能の整理に対して、利用者の立場から評価し、改善に向けた助言を行った。

以上のような議論に基づき、研究開発項目④の最終成果である異分野融合型次世代デバイス製造技術知識データベースが構築された。

表⑥-(1)-3.1 知識データベース編纂委員会の開催状況

委員会	日時	検討内容
FYH23 第1回	H23.9.13	<ul style="list-style-type: none"> ・知識データの登録・編纂年度計画の議論・承認 ・カテゴリ登録バランス向上に向けた議論 ・システム開発年度計画の議論・承認
FYH23 第2回	H23.11.14	<ul style="list-style-type: none"> ・カテゴリ登録バランス改善状況確認 ・知識データ質向上に向けた施策の検討 ・システム開発進捗の報告、及び検討（ノート機能）
FYH23 第3回	H24.2.9	<ul style="list-style-type: none"> ・知識データ質向上に向けた施策の決定 ・システム開発進捗の報告、及び検討（類似記事検索機能）
FYH24 第1回	H24.4.24	<ul style="list-style-type: none"> ・知識データの登録・編纂年度計画の議論・承認 ・システム開発年度計画の議論・承認
FYH24 第2回	H24.7.17	<ul style="list-style-type: none"> ・知識データ査読実施に向けた具体的手順の検討、確認 ・システム開発進捗の報告、及び検討（情報量評価機能）
FYH24 第3回	H24.10.17	<ul style="list-style-type: none"> ・知識データ査読対応状況の確認 ・システム開発進捗の報告、及び検討（類似記事表示方法改良、DB公開に向けた機能整理）
FYH24 第4回	H25.1.11	<ul style="list-style-type: none"> ・登録・編纂完了報告、公開に向けた残作業の確認 ・システム開発進捗報告・確認（公開システムの機能紹介） ・終了に向けた各WG・センターの残作業の確認、総括

(1)-4 シミュレーション委員会

本プロジェクトの各センター（3D、Macro、Life）で遂行される研究開発に関するシミュレーションの進捗状況の報告をもとにした議論とともに、シミュレーションを共通のプラットフォームとして各研究テーマ間の連携や各テーマを主導する若手研究者の議論・交流を進めることを目的として、各研究テーマを主導する

研究者、及びシミュレーション担当者等によって委員会を構成した。

平成 23 年度は、平成 23 年 9 月 22 日、平成 23 年 12 月 13 日、平成 24 年 2 月 29 日の 3 回開催し、実験だけでは困難な機構解明や特性予測、デバイス設計へのシミュレーションの適用を見据えた議論が交わされた。また、シミュレーション成果の各種学会・学術雑誌への論文投稿等、対外発信に関しても議論が進められた。

平成 24 年度は、平成 24 年 5 月 28 日、平成 24 年 9 月 3 日、平成 24 年 12 月 10 日、平成 24 年 2 月 1 日の 4 回開催された。計算モデルが高精度化し、事後検証型から事前提案型のシミュレーションが実施されるようになる中で、プロセスやデバイスの特性改善に向けた具体的な方策が議論された。また、検討結果から得られた特性評価方法やプロセス条件、構造・材料に関する知財や標準化まで議論が及んだ。

本委員会は、理論的モデルを基礎におくシミュレーションをベースにして、若手研究者間でシミュレーションやプロセスの研究開発の枠にとらわれない議論・意見交換が自由に行われた。このような議論を通して、研究テーマ間の融合が進んだものと思われる。

(1)-5 標準化委員会

本委員会は異分野融合の先端技術領域における国際標準化の方向性、進め方等について検討するために設置され、平成 20 年度 3 回、平成 21 年度 2 回の委員会会合を開催した。平成 22 年度以降、用語の標準化検討はマイクロマシンセンターに設置した「MEMS 用語標準化委員会」に承継し、平成 22 年度 2 回、平成 23 年度 2 回、及び平成 24 年度 2 回の委員会会合を開催した。この間、用語の絞り込みや IEC への規格案作成等の具体的な作業を行う分科会を各年度 2 回ないし 3 回開催した。用語の他、計測評価法の標準化については、①技術的重要性、②国際的普及性、③方法の明確性及び④提案分野適合性の観点から、測定項目・測定対象を抽出した。今後、各対象のプライオリティ付けを行い、事業動向及び知財戦略を考慮しながら標準化検討を進めていく必要がある。測定項目・測定対象の例として抽出された項目は、血糖値、有機 EL 素子の外部量子効率、エッチングダメージによるカンチレバーの機械的エネルギーロス、繊維状基材及びその接点構造などが挙げられる。

(1)-6 知財委員会

参画企業の知財担当者、技術管理者、及びプロジェクト推進責任者等から構成

し、BEANS プロジェクトの成果である知財の成果展開に向けた制度構築を目的として、以下の活動を行った。

BEANS 特許等の管理・利活用方式は、産学官連携の国家プロジェクトのなかでも知財創出を最重要課題に掲げ、企業開発マインドの色彩を強めたマネジメントのもとでの知財の取り組みである。その成果の利活用についても、個々の特許権者に分散している BEANS プロジェクトの成果である特許権等を一元的に管理する組織（以下、「ライセンス機関」という）を設置し、ライセンス機関が各特許権者から第三者にライセンスを許諾する権利（再実施許諾権）の授与を受け、国内の企業にサブライセンスできる体制を構築するという、知財の創出から利活用まで一貫した知財マネジメントの取り組みである。このような考え方に基づく知財マネジメントは今までの NEDO プロジェクトにはなく、平成 24 年 8 月には日経産業新聞第 1 面に紹介されるなど、各方面から注目されるに至っている。

平成 23 年度の知財委員会は、平成 23 年 9 月 28 日、平成 23 年 2 月 23 日の 2 回開催であるが、この間、知財委員会傘下の BEANS 成果展開検討分科会を平成 23 年 6 月 30 日、平成 23 年 9 月 6 日、平成 23 年 10 月 7 日、平成 23 年 12 月 14 日、平成 24 年 2 月 15 日の 5 回開催した。

分科会では、国有特許権をはじめとした種々の実施料率の算定方式の調査、実施料率の実態調査、業界別ライセンス交渉の実態調査を行った。その結果を踏まえ、BEANS 特許等の管理・利活用方式を構築するための課題及び論点整理を行い、BEANS プロジェクト知財活用の基本方針、成果管理・ライセンス機関の在り方、技術移転（サブライセンス業務）の流れ、成果管理・ライセンス機関とプロジェクト参加者である特許等権利者が行うライセンスの比較など、BEANS 特許等の管理・利活用方式の基本的内容をまとめた。

平成 24 年度の知財委員会は、平成 24 年 6 月 27 日、平成 24 年 9 月 27 日、平成 25 年 2 月 8 日の 3 回開催し、BEANS 成果展開検討分科会は、平成 24 年 4 月 23 日、平成 24 年 5 月 23 日、平成 24 年 6 月 21 日、平成 24 年 9 月 12 日、平成 25 年 1 月 29 日の 5 回開催した。

平成 24 年度は、平成 23 年度にまとめられた基本的内容を具体的な業務処理指針として展開し、BEANS 成果展開検討分科会にて 6 度の改訂を重ねた結果、サブライセンス方式、サブライセンス情報管理、実施料算定方法、実施料の優遇措置、実施料の配分方法、特許権等実施契約書（サブライセンス契約）のモデル契約書及び解説など、サブライセンス業務を行う際の基準となる BEANS 成果利用ガイドラインを策定した。

なお、平成 23 年度の知財審査会は 15 回（7/25、8/30、10/25、12/27、1/6、1/13、1/20、2/10、2/16、2/23、2/28、3/2、3/13、3/23、3/26）開催し、特許出願は 23 件完了した。平成 24 年度の知財審査会は 15 回（6/6、6/27、7/5、8/3、8/13、10/3、10/30、12/6、12/11、12/17、12/28、1/8、1/30、2/5、2/13、）開催し、特許出願は 23 件完了した。

(2) 広報普及活動

(2)-1 広報活動

関係機関との技術交流を積極的に進めるとともに、展示会への出展や種々の講演会、発表会、セミナー、ホームページ、ブログ、広報誌等での発表を通じて BEANS 技術の普及・広報を図った。主な広報活動に関して、以下に述べる。(ただし学会発表および学術論文投稿関係は含まない)

<FYH23>

■第 22 回マイクロマシン/MEMS 展 BEANS ブース展示

H23/7/13-15@東京ビッグサイト東 1・2 ホールにて、BEANS プロジェクトの全貌および研究成果と応用を紹介した。図⑥-(2)-1.1 に、展示ブースの様子を示す。



図⑥-(2)-1.1 第 22 回マイクロマシン MEMS 展 BEANS 展示ブースの様子

■第5回 BEANS プロジェクトセミナー 講演会開催

H23/7/14@東京ビッグサイト東1・2ホール特設会場にて、第5回 BEAN プロジェクトセミナーを開催した。遊佐 PL からの講演に続き、各センター長からの報告が行われた後、藤田 SPL より、総括が行われた。図⑥-(2)-1.2 に藤田 SPL による講演の様子を示す。



図⑥-(2)-1.2 第5回 BEANS プロジェクトセミナーでの藤田 SPL の講演の様子

■プレス発表/メディア報道 H23/8/2 【東京大学 竹内昌治准教授】

- ① 日本経済新聞/朝刊 34 面：「血糖値、続けて計測 東大など、センサ使い 4 カ月 糖尿病の治療に活用へ」
- ② 日本経済新聞/電子版 「血糖値、続けて計測 東大など、センサ使い 4 カ月」
- ③ 日経産業新聞 10 面：「東大・テルモ 血糖値に応じ光る 繊維状センサ 4 ヶ月後も正確」
- ④ 毎日新聞/朝刊 6 面 「管の光で血糖値を測定 東大が開発 耳に埋め採血不要」
- ⑤ 毎日新聞/電子版「血糖値：管が光って測定 マウスの耳に埋め採血不要 東大」
- ⑥ NHK/TV 【おはよう日本】 「高血糖で光るセンサを開発」
- ⑦ NHK/NEWS WEB 「高血糖で光るセンサを開発」
- ⑧ 共同通信 「光るマウスの耳で血糖値分かる 糖尿病患者に朗報か

- 「日経 Tech-On!」に WEB 掲載 H23/8/3 【東京大学 竹内昌治准教授】
「耳が光って血糖値の変化が分かる、東大生産研などがマウスでのセンサ長期埋め込みに成功」

- 「東京大学HP」に WEB 掲載 H23/8/10 【東京大学 竹内昌治准教授】
「～耳が光って血糖値をお知らせ～4か月以上長期埋め込み計測に成功～」

- プレス発表/メディア報道 H23/8/2 【東京大学 竹内昌治准教授】
 - ①TV・CNN ニュース
 - ②TV・ワールドビジネスサテライト
 「マウスの光る耳、血糖値センサ 4か月連続測定可能」

- プレス発表/メディア報道 H23/8/12 【東京大学 竹内昌治准教授】
産経新聞 H23.8.12 朝刊 12 版 「光る耳で血糖値を測定」

- プレス発表/メディア報道 H23/10/2 【東京大学 竹内昌治准教授】
読売新聞 H23.10.2 朝刊 12 版 暮らし、教育「高血糖を光ってお知らせ 耳に埋め込み可能な繊維」

- 専門誌記事掲載 H23/11 月 【東京大学 竹内昌治准教授】
月刊へるすあっぷ 21 12月号 (株)法研 新潮流インタビュー
「血糖値を光センサでお知らせ」

- 専門誌記事掲載 H24/3 月 【東京大学 竹内昌治准教授】
化学と工業 vol.65 (2012). 3月号 pp.173-177
OVERVIEW: 血糖値コントロールが治療の鍵、進歩する糖尿病治療と新たな課題

- 第 28 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム@東京タワーホール船堀 H23/9/26
BEANS プロジェクト全体の紹介 パネル展示

- 技術研究組合 50 周年シンポジウム H24/3/27 @ベルサール半蔵門

技術研究組合としての BEANS プロジェクト全体を紹介 パネル展示

<FYH24>

■第 23 回マイクロマシン/MEMS 展 BEANS ブース展示

H24/7/11-13 @東京ビッグサイト東 2 ホールにて、BEANS プロジェクトの全貌および研究成果と応用を紹介した。図⑥-(2)-1.1 に、展示ブースの様子を示す。

■第 6 回 BEANS プロジェクトセミナー 講演会開催

H24/7/13 @東京ビッグサイト東 2 ホール特設会場Aにて、第 6 回 BEAN プロジェクトセミナーを開催した。遊佐 PL からの BEANS プロジェクトの概要説明の後、各センター長から研究成果を今後の応用の見通しを含めて報告を行った。最後に、藤田 SPL より、総括が行われた。図⑥-(2)-1.3 に遊佐 PL による講演の様子を示す。



図⑥-(2)-1.3 第 6 回 BEANS プロジェクトセミナーでの遊佐 PL の講演の様子

■プレス発表/メディア報道 H24/7/8-10 【東芝 李永芳ほか】

- ①日刊工業新聞 平成 24 年 7 月 10 日 23 面
- ②セミコンポータル：平成 24 年 7 月 8 日
- ③Electronics Weekly 平成 24 年 7 月 9 日

「次世代以降向けマスク描画・修正技術を開発～50nm 線幅プローブリソで

数百倍の描画耐久性向上を実現～」耐摩耗プローブに関して、庇付き耐摩耗プローブの構造、作製及びそれを用いた 2メートル描画の結果を報告

■産総研「日本を元気にする産業技術会議」H24/7/25@日経カンファレンスルーム東京大手町

「日本の競争力を創造する化学産業の将来展望」シンポジウムでのパネル展示

■専門誌記事掲載 H24/9月 【Life BEANS 九州】

月刊マテリアルステージ Vol.12, No6

ナノポーラスによる従来の熱電変換材料の効率改善

■第 29 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム@北九州国際会議場および西日本総合展示場 H24/10/22-24

BEANS プロジェクト全体の紹介 パネル展示

■I N P I Tシンポジウム@ホテルグランドアーク半蔵門4階「富士」H24/12/7

日本産業を元気にするための産学官連携プロジェクト～課題と将来展望～

BEANS プロジェクトの研究開発体制および知財マネジメントの仕組み

■機関紙掲載 特許行政年次報告書（特許庁発行）コラム掲載 H24/4月予定

知財PD：小野寺徳郎 「BEANS プロジェクトを振り返って」

■BEANS パンフレット作製と配布

毎年7月のマイクロマシン/MEMS 展に合わせてパンフレットを作製（計4回）し、来場者に配布してプロジェクトをアピールした。

(2)-2 海外動向調査

(2)-2-1 MEMSH24/2013 報告

BEANS 関連技術の最新技術動向を直に調査することを目的として、IEEE/MEMS (IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems)に参加した。本国際会議は、マイクロ・ナノテクノロジー分野では、隔年開催の Transducers(The International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems)と並び、最も重要な国際会議と位置付けられ、アメリカ、ヨーロッパ/アフリカ、及びアジア/オセアニアの 3 つの地域が持ち回りで毎年開催されている。以下に、参加した MEMS 2012、MEMS 2013 の概要と収集した情報について報告する。

(2)-2-1-1 学会概要

平成 23 年度は、第 25 回 IEEE/MEMS 2012 が平成 24 年 1 月 29 日(日)～2 月 2 日(木)の日程で、フランス・パリの Marriott Rive Gauche Hotel & Conference Center にて開催された。投稿論文数は、過去最多の 978 件、その中から 45 件のオーラル、298 件のポスターが採択され、採択率は合わせて 35%と厳選された論文が発表された。地域別ではアメリカ 126 件、ヨーロッパ/アフリカ 54 件、アジア/オセアニアが 160 件で、ヨーロッパ開催にもかかわらずアジアの躍進が目立った。国別では USA が 1 位で 119 件、日本が 2 位で 84 件、以下、台湾 29 件、韓国 21 件、中国 14 件、フランス 12 件、シンガポール 10 件の順で、日本は健闘している。また、事前登録参加者は、アメリカ地域 206 名、ヨーロッパ/アフリカ地域 237 名、アジア/オセアニア地域 281 名で、ここでもアジアの勢いがうかがえる。

平成 23 年度は、第 26 回 IEEE/MEMS 2013 国際会議(26th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems)が、2013 年 1 月 20 日(日)～1 月 24 日(木)の日程で、台湾・台北の台北国際コンベンションセンターにて開催された。投稿論文数は、776 件と過去最多の前回から大きく減少したものの、その中から 66 件のオーラル、240 件のポスターが採択され、採択率は合わせて 39%と厳選されたものとなっている。地域別ではアメリカ 98 件、ヨーロッパ/アフリカ 46 件、アジア/オセアニア 162 件で、採択論文数全体が減少する中、アジアの躍進が目立った。国別では USA が 1 位で 94 件、以下、日本 92 件、台湾 25 件の順で、日本の健闘が目立つ。また、事前登録参加者は、アメリカ地域 143 名、ヨーロッパ/アフリカ地域 95 名、アジア/オセアニア地域 321 名で、開催地の影響もあるが、今回もアジアの勢いが感じられた。

(2)-2-1-2 収集情報

【MEMS 2012】

<招待講演>

(1)CHALLENGES AND EMERGING DIRECTIONS IN SPINTRONICS

Albert Fert: UMP CNRS/Thales, Palaiseau and Université Paris-Sud,

Orsay, France

GMR 効果など一部実用化されているスピントロニクス of 新しい可能性について講演された。その一つとして、近年研究が盛んな STT-RAM について紹介があり、メモリー動作に電力が不要であることから、将来の通信分野で劇的な省電力が期待できることなどが強調されていた。現状、半導体ベースの技術であるが。将来は、ナノテク技術である CNT やグラフェンなどカーボンベースの材料や構造を取り入れることで、性能の向上や新たなタイプのコンピュータの実現につながり、さらにバイオ技術を取り入れることでバイオコンピューティングにつながる可能性が示された。本講演は、10 年スパンの将来に向けた研究を立案する視点では、MEMS 技術（ナノ、バイオ技術含む）が進むべきアプリケーションのヒントを示すものとして、参考となるものであった。

(2)SEMICONDUCTOR DEVICES INSPIRED BY AND INTEGRATED WITH BIOLOGY

J.A. Rogers: Department of Materials Science and Engineering, University of Illinois, Urbana/Champaign, USA

生体に機能に触発された半導体デバイスとして柔軟性に富む半導体デバイスの提案がなされた。通常、無機半導体は剛性の高い材料として認識されているが、厚さを極限まで薄くすることで、屈曲に対し応力の上昇が抑えられ、破壊に至らないことが示された。この考えは理論的には当然のことであるが、エピタキシャル成長で形成した単結晶膜をエッチングにより基板からリリースするなど製造プロセスが開発され、厚さ 10nm で数mm角の配線構造が試作され、それを皮膚に張り付け、皮膚の伸縮にも刺青のように追従することが実証された。さらに、この技術により試作された心電や脳波を検出するデバイスにて、従来装置よりも優れた性能を示すことが示された。これらの成果は、BEANS で開発中の繊維状デバイスや、次期プロで検討中のウェアラブルデバイスにも通じるところがあり、参考となるものであった。

(3)MICROROBOTS IN SPOTLIGHT FOR EVOLUTION OF BIOMEDICINE

F. Arai: Department of Micro-Nano Systems Engineering, Nagoya University,

Nagoya, Japan

マイクロ流体における流速、流量、流れ方向などを能動的にコントロールするとともに、流体中のマイクロセルを操作するなど、将来の医療用デバイスの実現に向けたマイクロロボット技術が紹介された。駆動源は、永久磁石による磁力で、磁性体を内包したマイクロツールを高速、高パワー、高精度に稼働させるものである。高精度化のために、摩擦による影響を低減する方策（超音波振動の印加、接触面のリブレット構造）など工夫が見られた。今後は全自動によるマイクロセルの操作の実現を目指しているとのことで、これが実現すると分析、創薬、細胞操作など、医療分野で広い応用が期待できる。この講演以外にも、マイクロツールの駆動源として強力な永久磁石を用いたものが数件あった。近年のモータ技術の高度化(省エネ化)の中で永久磁石の高磁力化が進展し、これを適用することでMEMSの限界であったパワーの問題を打開する動きが盛んになってきたものと考えられる。

【MEMS 2013】

<招待講演>

(1) PHOTOSYNTHETIC AND NON-PHOTOSYNTHETIC PRODUCTION OF FUEL AND CHEMICALS

James Liao, University of California, Los Angeles, USA

地球上での化石燃料を初めとするエネルギー資源の枯渇やCO₂排出量の増加といった環境問題への解決することを念頭に、CO₂を原料として炭素系燃料を生成し、太陽光のエネルギーを化学的エネルギーとして蓄積する技術に関する研究開発についての報告が行われた。まず、光合成バクテリアを用いて太陽光エネルギーから生物の各種活動のエネルギー現として用いられるATP (Adenosine TriPhosphate)やCO₂固定のための等価当量の人工的な生成の可能性が検討された。具体的には、シアノバクテリアをモデルバクテリアとして用い、適当な生物化学的駆動力が導入されたと仮定すると、このバクテリアがATPの原料となる各種化学物質の生成に利用することが示された。また、従来の太陽光発電の課題として、電気的エネルギーを高密度に蓄積できないという問題が示され、それを解決する方策として、CO₂を単一の炭素源、太陽光発電等から生成された電力を入力エネルギーとして、電気化学的反応炉で各種化学物質を合成することが提案され、

その具体的検討結果、及び可能性が示された。

(2) NANOPHOTONICS ENABLED BY PLASMONIC METAMATERIALS, NANOTENNAS, AND NANOLASERS

Shangjr (Felix) Gwo, National Tsing-Hua University, TAIWAN

光学イメージングやリソグラフィ分解能を回折限界より高精細化するための技術として注目されているナノプラズモニクスに関して、3次元プラズモニック結晶やナノアンテナ、ナノレーザーといったデバイスの作製等、最新研究の状況が紹介された。3次元プラズモニック結晶では、積層過程で各層の表面をプラズマによって酸化処理した AuNP/AgNP 超格子フィルムを作製し、この超格子フィルムが近接場光の横波成分と縦波成分と強く結合する 3次元プラズモニック結晶として働くことが示された。また、反射率の減衰がみられる光の波長が超格子の層数に依存してシフトすることが確かめられ、広いスペクトル領域で 3次元プラズモン結合の変調が可能であることが示された。また、直線状に金のキューブを鎖状に配列することで形成したナノアンテナに対して、ある入射光の条件下で、近接場とプラズモン結合が起こり、空間中に光放射が行い（伝播損失がない）プラズモンの伝播モードが鎖中に形成されることが確認されている。ナノレーザーとしては、InGa_N/Ga_N のナノロッドのバンドルや InGa_N を核とした単一の InGa_N/Ga_N のナノロッドを用いたレーザ発振デバイスが紹介された。これらのデバイスの特長として、構造的な安定性、熱的安定性、n型/p型双方のドーピングが可能なこと、レーザ発振のためのパンプ光が小さくて済むこと（パンプ光が小さくても強度が得られること）、単色性に優れること等が強調された。

(3) LAB ON A CHIP FOR BIOMEDICAL APPLICATION

Albert van den Berg, University of Twente, THE NETHERLANDS

MEMS 技術を用いて、これまで実験室で行われてきた生化学検査での酵素や基質の混合、反応、分離、検出の操作を比較的小さなチップ上に集積化し、これまで実験室で行われてきた一連の操作を自動するデバイス・システム (Lab on a Chip) の応用事例—リチウム濃度測定チップ、受精力検査チップ、血液脳関門（血管と脳との間での物質交換を行う機構）チップ—が行われた。リチウムチップは、双極性障害（躁状態と鬱状態を繰り返す疾病）の患者への唯一の症状緩和のために行うリチウム投与のために、日常的な血液中のリチウム濃度を測定することを目的としたものであり、既に市販製品として実用化されているとのことであった。

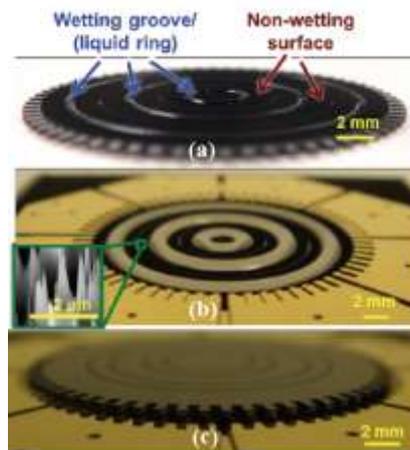
ガラス毛细管によって作製された誘電泳動チップにより伝導度を計測し、リチウム濃度を計測するシステムの紹介が行われた。また、受精力検査チップは、男性の精液中の精子の濃度や運動力を検査するものとして紹介された。このチップについても高分子有機化合物によって作製され、非常に安価に販売されているとのことであった。また、血液脳関門チップは、様々な神経変性疾患に伴って起こる血液脳関門での機能阻害のメカニズム理解のため、実際の生体内に近い状況をチップ上で実現することを目的としたものとの紹介があった。現状の血液脳関門チップは、マイクロ流路を用いて不死化した人間の脳内皮細胞が直線的に配置されたものであったが、血液脳関門モデルの機能が機械的、生化学的に変調できるようになっていた。

<Fabrication 分野>

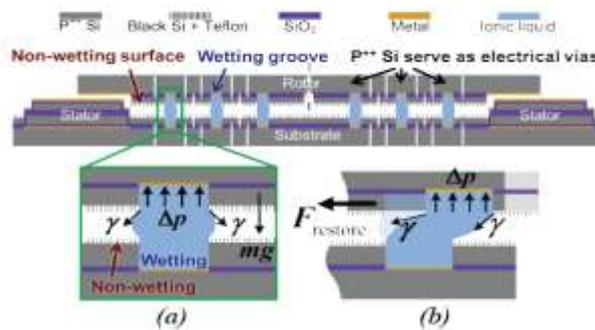
ELECTROSTATIC BOTTOM-DRIVEN ROTARY STAGE ON MULTIPLE CONDUCTIVE LIQUID-RING BEARINGS

Tingyi Liu¹, Guangyi Sun¹, Jong Jin Kim, Chih-Kong Ken Yang, and
Chang-Jin Kim University of California, Los Angeles (UCLA)

回転ステージ(モータ)の小型化に伴って問題となる摩擦力の問題を回避することを目的に、ロータを液体で支持する構造を提案している。円盤のロータには、3本の同心円状の親液性のパターンが形成されており、そのパターン上に3本の液体リングが構成される(図⑥-(2)-2.1(a))。ステータ側にも対応する位置に液体リングが構成されており(図⑥-(2)-2.1(b))、セルフアライメントで位置決めされ組み立てられる(図⑥-(2)-2.1(c))。また、ロータは、底面に形成された電極による静電力で駆動される。この時ロータ側の電極へのDCバイアス電圧は支持液体(導電性)を通して印加される。さらに、ロータ、ステータの端部には、歯数の異なる凹凸が形成されており、回転角に応じた静電容量の変化を基にフィードバック制御が可能であることを示している。このように、支持液体は、摩擦摩耗の回避、及びロータへの電圧印加の2つの役割をもち、さらにセルフアライメントによる組み立ての簡素化にも寄与している(図⑥-(2)-2.2)。今回の試作は直径20mmの比較的大きなサイズで行われているが、提案され回転モータはマイクロ化に適した構成であり、従来はデモのみに留まっていたマイクロモータを実用レベル(ジャイロ스코ープ、レーザスキャナー等)に引き上げるものと期待できる。



図⑥-(2)-2.1 提案された回転モータの構成



図⑥-(2)-2.2 回転モータの断面

(表面張力による垂直、半径方向の位置決め力)

<Power MEMS 分野>

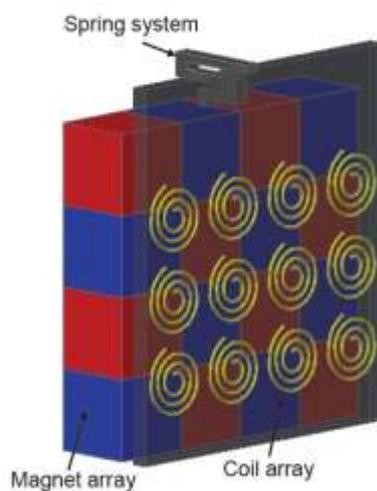
ENERGY HARVESTERS WITH HIGH ELECTROMAGNETIC CONVERSION EFFICIENCY THROUGH MAGNET AND COIL ARRAYS

Qian Zhang and Eun Sok Kim University of Southern California

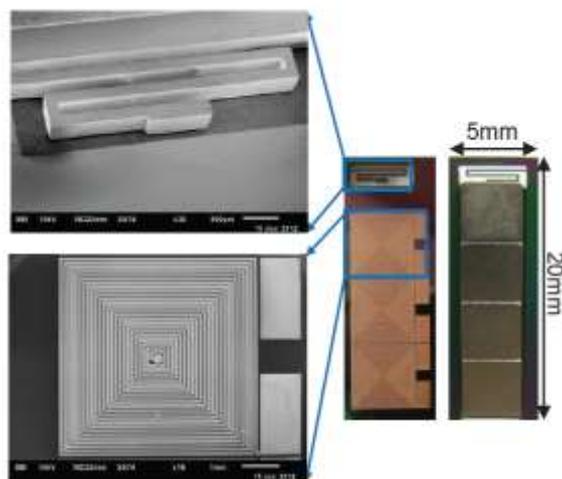
振動を利用したエネルギーハーベスティングデバイスとして、従来比 10 倍程度の体積発電効率を有する新規構成を提案している。電磁誘導方式をベースとし、永久磁石の S 極と N 極を隣接させ、接合部の磁束が急激に変化する部分にコイルを配置することにより、微小な相対運動から電流を得るアイデアである。さらに、永久磁石対、コイルを 2 次元アレイ化することにより、体積当たりの発電量を最大化している(図⑥-(2)-2.3)。コイルはシリコン基板上に銅めっきで形成され、マグネットを支持するスプリングはシリコンマイクロマシニングで加工されている(図⑥-(2)-2.4)。外部の加速度を受け、マグネットが振動し、基板上のコイルに誘導電

流が生じる仕組みである。試作された 0.09 cc, 0.5g のデバイスでは、共振周波数 290Hz, 振幅 $11\mu\text{m}$ の振動で、 $2.6\mu\text{w}$ の電力が得られ、26cc, 90g のデバイスでは、共振周波数 82Hz, 振幅 $414\mu\text{m}$ の振動で 158mW の電力が得られている。

昨今、モータ高効率化の研究開発が盛んであり、それに伴い高磁束密度の永久磁石の開発も加速している。この技術を導入すれば、本方式の更なる高効率化も期待できる。次期プロで提案活動中のセンサネットワークに不可欠な自立型電源として、注目していく技術である。



図⑥-(2)-2.3 提案された発電デバイスの構成



図⑥-(2)-2.4 発電デバイスの試作品構造

(2)-2-1-3 技術動向分析

オーラルセッションとポスターセッションの分野と件数を以下に示す。

【MEMS 2012】

<オーラルセッション> 45件 (11件) ()内は日本からの発表件数

- セッションⅠ (OPTICAL MEMS): 3件 (0件)
- セッションⅡ (RF MEMS): 4件 (0件)
- セッションⅢ (POWER MEMS): 5件 (0件)
- セッションⅣ (FABRICATION): 4件 (1件)
- セッションⅤ (ACTUATORS): 4件 (2件)
- セッションⅥ (BIO & CHEMICAL MICROSYSTEMS): 6件 (2件)
- セッションⅦ (MEDICAL MICROSYSTEMS): 4件 (2件)
- セッションⅧ (SENSORS): 4件 (2件)
- セッションⅨ (MICROFLUIDIC COMPONENTS & SYSTEMS): 4件 (1件)
- セッションⅩ (GYROSCOPES): 3件 (0件)
- セッションⅪ (NANO & MATERIALS): 4件 (1件)

<ポスターセッション> 298件 (73件) ()内は日本からの発表件数

- 分野1 (Fabrication Technologies): 39件 (11件)
- 分野2 (Packaging Technologies): 8件 (1件)
- 分野3 (Materials and Device Characterization): 26件 (7件)
- 分野4 (Mechanical Sensors and Systems): 35件 (6件)
- 分野5 (Physical MEMS (Optical, Magneto)): 11件 (2件)
- 分野6 (RF MEMS): 19件 (0件)
- 分野7 (Bio and Chemical Micro Sensors and Systems): 43件 (11件)
- 分野8 (Medical Microsystems): 20件 (6件)
- 分野9 (Micro-fluidic Components and Systems): 32件 (14件)
- 分野10 (Micro-Actuators): 20件 (8件)
- 分野11 (Energy and Power MEMS): 25件 (6件)
- 分野12 (Nano-Electro-Mechanical Devices and Systems): 20件 (1件)

【MEMS 2013】

【オーラルセッション】 66件 (20件); ()内は日本からの発表件数

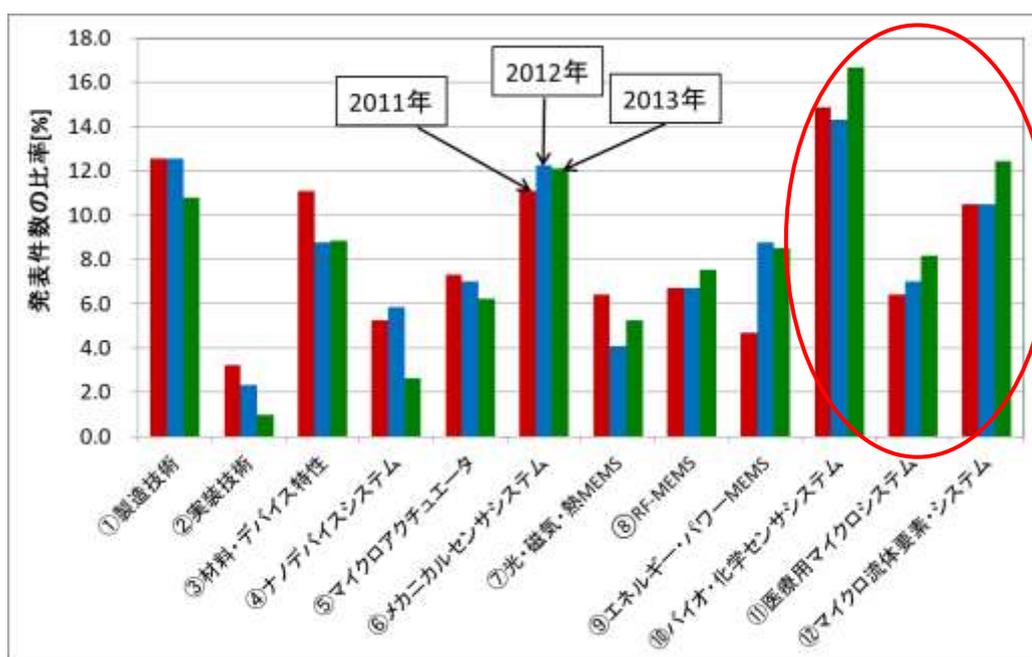
- セッション 1 (Bio MEMS) : 3 件 (1 件)
- セッション 2 (Bio Inspired MEMS) : 4 件 (3 件)
- セッション 3A (Mechanical Sensors) : 6 件 (1 件)
- セッション 3B1 (Bio Sensors) : 3 件 (2 件)
- セッション 3B2 (Bio-Mimetic Actuators) : 3 件 (2 件)
- セッション 4 (Fabrication) : 3 件 (0 件)
- セッション 5 (Cell&Diagnosis) : 3 件 (1 件)
- セッション 6A1 (Power MEMS) : 3 件 (0 件)
- セッション 6A2 (High-Q Resonators) : 3 件 (0 件)
- セッション 6B1 (Bio-Inspired Structures) : 3 件 (1 件)
- セッション 6B2 (Cell Tissue Analysis) : 3 件 (2 件)
- セッション 7 (Microfluidics I) : 3 件 (1 件)
- セッション 8 (Resonators) : 4 件 (0 件)
- セッション 9A (Physical MEMS & Others) : 6 件 (1 件)
- セッション 9B1 (Microjets) : 3 件 (2 件)
- セッション 9B2 (Bio Probes) : 3 件 (2 件)
- セッション 10A (Switches & Probes) : 5 件 (0 件)
- セッション 10B (Microfluidics II) : 5 件 (1 件)

【ポスターセッション】 240 件 (71 件) ; () 内は日本からの発表件数

- 分野 1 (Fabrication Technologies) ; 27 件 (12 件)
- 分野 2 (Packaging Technologies) : 3 件 (2 件)
- 分野 3 (Materials and Device Characterization) 27 件 (8 件)
- 分野 4 (Nano-Electro-Mechanical Devices and Systems) : 8 件 (1 件)
- 分野 5 (Micro-Actuators) : 16 件 (6 件)
- 分野 6 (Mechanical Sensors and Systems) ; 26 件 (4 件)
- 分野 7 (Physical MEMS (Optical, Thermal, Magneto)) : 10 件 (3 件)
- 分野 8 (RF MEMS) : 16 件 (2 件)
- 分野 9 (Energy Harvesting and Power MEMS) : 23 件 (3 件)
- 分野 10 (Bio MEMS) : 21 件 (8 件)
- 分野 11 (Chemical Sensors and Systems) : 14 件 (8 件)
- 分野 12 (Medical Microsystems) : 22 件 (7 件)
- 分野 13 (Micro-Fluidic Components and Systems) : 27 件 (7 件)

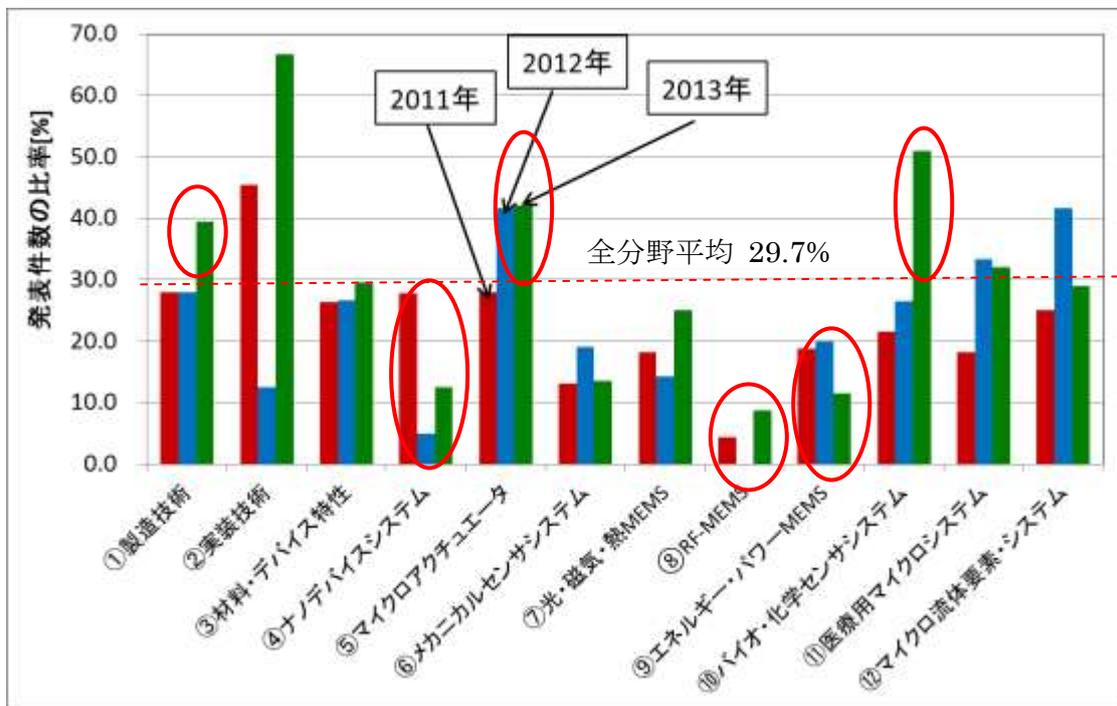
MEMS 2012/2013 における技術動向の一つの指標として、オーラルとポスターの発表件数の分析を行った結果を以下に示す。

図⑥-(2)-2.5 は、分野 1～分野 13 で分類した発表件数の割合の年度推移 (MEMS 2011～2013) をグラフで示したものである。但し、MEMS 2013 での分野 10「Bio MEMS」と分野 11「Chemical Sensors and Systems」は、MEMS 2012 までは「Bio and Chemical Micro Sensors and Systems」(バイオ・化学センサシステム)と一つの分野であったため、MEMS 2012 までのデータと比較できるようにグラフではこれらの分野に関しては一つにまとめている。全体的な発表件数の傾向はこの 3 年間、同様である。発表件数が多い分野は、上位から順に、発表⑩バイオ・化学センサシステム、⑫マイクロ流体要素システム、⑥メカニカルセンサシステム、①製造技術、③材料・デバイス特性となっており、多少の順位の入替えはあるものの上位 5 位までは昨年度と同じ分野となっている。また、⑩バイオ・化学センサシステム、⑪医療用マイクロシステム、⑫マイクロ流体要素システムといった、バイオ・化学系の発表が占める割合が増加する傾向にあり、これらの分野の要素技術やデバイス開発が MEMS 分野の大きな流れになっている近年の状況は、益々、強まっているものと思われる。また、将来の革新デバイス実現に向けた、新たな製造技術や材料の研究においても、新たな研究成果が継続して発表されており、これは、BEANS の目指すところと一致している。



図⑥-(2)-2.5 分野別の発表件数割合の推移

また、各分野における日本からの発表件数の割合の推移を図⑥-(2)-2.6 に示す。日本からの発表件数の割合が特に多い分野は、⑩バイオ・化学センサシステム、⑥メカニカルセンサシステム、①製造技術、⑪医療用マイクロシステム等となっている。また、全体の発表件数に占める日本の研究機関の発表件数の割合（全分野に対する日本の発表割合の平均値）である 29.7% よりも低いのが、⑫マイクロ流体要素システム、③材料・デバイス特性といったところも、比較的、発表件数の割合が高くなっている。（なお、②実装技術は、今年の発表割合が高くなっているが、全体の発表件数が 3 件と少ないため、考察から外した。）逆に、発表が少ない分野としては、⑧RF-MEMS、⑨エネルギー・パワーMEMS、④ナノデバイスシステムとなっている。全体的な傾向としては、この 3 年間、同様であり、日本が苦戦している既存のセンサ・デバイス分野から将来の伸びが期待できるバイオ・化学センサや医療デバイス分野へのシフトが定着した状況が伺える。一方、ナノデバイス分野は将来期待されるところであるが、日本の出遅れが懸念される。また、これまで、エネルギー・パワーMEMS 分野は、日本が強みとする省エネルギー技術を用いたナノ・マイクロ技術が展開により世界をリードする分野になると期待されるが、現状では、日本の存在感は比較的低いものとなっている。



図⑥-(2)-2.6 各分野における日本の研究機関の発表件数割合の推移

BEANS プロジェクトは、エネルギー、医療、ナノ分野の革新的デバイスの実現に向けて、バイオ、有機、ナノ、及び大面積フレキシブル化などを融合させた製造技術を開発するプロジェクトであり、上記、世界の技術動向とその中での日本の方向性とマッチしたものであることを改めて認識することができた。

(2)-2-2 COMS2011(Commercialization of Micro and Nano System)報告

COMS(Commercialization of Micro and Nano System)はマイクロ・ナノシステムの実用化に焦点を絞って議論する国際学会である。今回は第16回目にあたり、平成23年8月28日～31日米国のノースカロライナ州のグリーンズボロで開催された。昨年はニューメキシコ州アルバカーキ、その前はデンマークのコペンハーゲンというように、開催場所からしてかなりグローバルな学会だ。今回の会場となったのはグリーンズボロの郊外に建つ Grandover というリゾートホテルであった。

コンファレンス参加者は世界中から約300人であった。参加者のほとんどは現地アメリカ人、そしてドイツ、フランス、スウェーデン、デンマーク、UK、オランダ、ノルウェー、オーストラリア、スイス、オーストリア、カナダ、メキシコ、イタリア、ベルギー、フィンランドなど全部で20カ国以上からであった。なお、日本からの参加は筆者を入れてわずか2名であった。

参加者の三分の一は大学関係者、のこりは企業や公的機関の研究者などで構成されており、この国際学会は基本的に研究成果の発表の場というよりは、Commercialization の名前のように、「実用化、商業化」段階に発展させるための諸問題に取り組もうとしている人々の国境を越えた情報交換、ネットワーキングの場であるような感じであった。事実、主催者 MANCEF はアカデミックではなく業界団体であるため、アカデミック界からのプレゼンは話題提供という感じで、大学関係者はあまり目立たなかった。



図⑥-(2)-2.7 参加機関一覧

初日は日曜日であったが展示会のセットアップや参加登録作業があり、午後から夕方にかけて会場は活気に満ちていた。ほぼホテルは COMS2011 が借り切り状

態であった。

二日目のオープニングではノースカロライナ州選出の上院議員 Kay R. Hagan 氏が登壇し、ナノテク産業に賭ける期待の大きさと国家戦略についての取組みについて述べた。

三日目には本大会の目玉となっているノースカロライナ州知事 James Hunt 氏の挨拶と講演【History of decision making process for the NC “Nano” initiative】があった。Hunt 氏は来日経験の多い日本最良の方で日本人の先見性を持ち上げて紹介されていた。



図⑥-(2)-2.8 元ノースカロライナ州知事 James Hunt 氏の講演の様子。氏は大の日本最良である。

会議では、毎日、朝 8 時から夕方 6 時までセッションが行われていた。午前と午後の初めの Plenary では全員が大ホールで聴講し、その後数か所に分かれてじっくり議論するという形式であった。また展示会と大学院生中心のポスターセッションはコーヒブレイクやランチにも使用するホールにて同時進行でなされた。同時進行のセッションのうち必ず一つか二つのセッションは実用化近い開発研究の話で、「エネルギー、環境、メディカル、ドラッグデリバリー、診断、プロセス技術」など、残りのセッションは「実用化戦略、投資戦略、ベンチャーキャピタル、ビジネスモデル、ロードマップ、人材育成、知財戦略」といった具合で、先端技術に目配りしながらもしっかりとビジネスにも力点が置かれた構成であった。

セッションは、例えば、1)Global Overview of Small Technology、2)Economic

Development -MNT Markets & Marketing Strategies、 3)Micro-Nano Technologies:The Challenges、 4)Business Methods, Models & Intellectual Property Strategies、 5)MNT for Specialized Applications、 6)Industry, Government, Academic & International Collaborations Models、 7)MNT and Energy、 8)Investor Forum (1) Presentations Venture Capitalists、 9)Investor Forum (2)Presentations by early stage business seeking investment、 10)Printed Electronics-Printable, Flexible, Integrated Organic、 11)MNT Education:Methods of communication & Tools、 12)” NanoMatchGlobal”、 13)Nonobio & Nanomedicine-Convergence、 14)Micro-Nano Manufacturing and tools-Modeling and Simulation, Characterisation, Metrology、 15)Micro-Nano Manufacturing Processes、 16)Nanobio in Products:Pitfalls and Successes in the Path to a Commercial Product、 17)Nanocomposite Manufacturing Initiatives & Challenges、 18)Micro-Nano Manufacturing-The Technology, The Pathway、 19)Microfluidics/Nanofluidics and Point-of-Care Systems、 20)Nanotechnology Standards and Characterization and their Role in IP and Business、 21)Micro-Nano Manufacturing-Processes, Assembly and Packaging、 22)BioMEMS, Nanobiomaterials, Biomedical & BioChip Devices、 23)Nanotechnology Environmental Health and Safety/Regulatory Issues、 24)Micro-Nano Manufacturing-Processes, Integration and Packaging Foundries、 といった具合に分類されていた。各セッションが細かく分けられているせいか、各会場には 60 人以上から 10 人未満しかいないのもあるといった具合であった。少人数のセッションでは発表側の人数が聴衆の人数を上回ることがたびたびあった。開催地ということで、或いはナノテクのメッカのような存在だからか、The University of North Carolina の関係者が参加者数でも運営面でも目立った。

COMS2011 は一般の学会ではなくあくまでもナノテクやバイオ、MEMS 技術など先端技術の実用化、ビジネス化に重きを置いた情報交換の場である。技術シートを持った人間が如何にしたらビジネス化への方向に開発が進められるか、あるいは資金面や人材面でのサポートをいかにして受けるか、キャピタルファンドからの支援は如何にして得るかなどについて多くの知見が得られる、業界の勉強会の色彩が濃い。ある意味ナノテクやバイオ、MEMS に代表される高度技術に関わる我々にとってもっとも重要なコンファレンスと言えよう。BEANS プロジェクトで得られた多くの知財を活用していくうえでも大いに参考になった。

施設の見学は以下のものについて行われた。

- i) Center for Nanotechnology at Wake Forest University, Winston-Salem

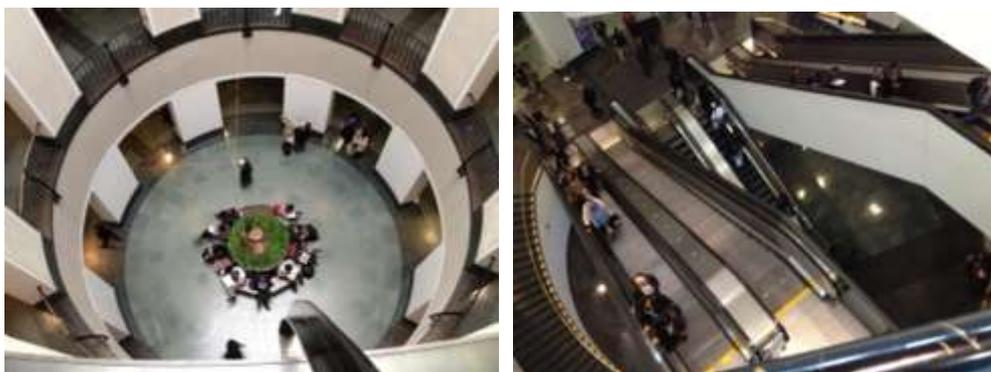
- ii) Gateway University Research Park/Joint School of Nanoscience and Nanoengineering, Greensboro
- iii) the South Campus of Gateway University Research Park
- iv) Three local nanotechnology companies

(2)-2-3 MRS(Materials Research Society)報告

材料技術分野で世界最大規模の国際学会の年次総会に参加した。BEANS プロジェクトの置かれている位置づけと開発した技術の実用化に向けての方向性やその手法などを調査、BEANS の関連技術、競合技術とキープレイヤーについての知見も合わせて得るために参加した。

米国の Materials Research Society 主催の国際会議および展示会 November 25 - 30, 2012 に参加した。材料物性科学の国際会議としては世界最大規模とされている。今回は約 6,400 人の参加者があり、過去最大規模であった。毎回ほぼ同じ時期に Boston の中心部にある Hynes Convention Center で開催されている。今回は MRS OnDemand を初導入し、一部のセッションや会議風景、そして展示会の様子などのストリーミング映像がネットで公開されていた。

MRS の扱う分野は極めて広く、これをどのように利用するかは参加者次第である。つまり個々の技術分野研究の最先端の動向を知るのには最適であるし、どの分野の研究が興味の対象になりつつあるか、どの研究が下火になってしまったかがセッションに幅広く参加することによって見えてくる。そこから判断すると、現在の米国でもエネルギー問題が最大の関心事であることが分かった。MEMS 分野でもそういったことに関連させないと予算がつかないようであった。



図⑥-(2)-2.9 会場となった Hynes Convention Center の様子：左図は内吹き抜け回廊、各フロアを結ぶエスカレータ群の写真。

Registration が始まった 11 月 25 日(日)から早くも特別セッションたとえば Rare Metals Workshop やエネルギー問題と地球温暖化対策についての招待講演などがあった。特に米国ではシェールガス産業の成功が、米国の石油や石炭への依存度を急速に減じていて、さまざまな良いインパクトを社会に与えていくことが述べら

れていた。” Sustainability” をキーワードにしてさまざまな議論に発展していた。



図⑥-(2)-2.10 技術発表会場の様子。極めてゆったりとした会場であった。

11月27日(火)からは技術展示会も始まった。北米を中心にあらゆる物性計測器や分析装置、薄膜形成装置、ナノ材料関係などのキーの技術をもつ大小さまざまな250社以上が出展していた。規模だけが大きい展示会ではなく内容が伴った密度の濃い展示会であった。





図⑥-(2)-2.11 展示発表会場の様子。250社の展示ブースで広大な会場が埋め尽くされていた。出展者は、Boston周辺の企業、MITでの研究と密接に関係するものが目立っていた。

技術セッションは技術分野ごとに細分化されている。たとえば流行の Graphane を例にとっても用途別に細かに分かれていたりして、それがパラレルセッションだったりするとどれが本当に自分にとって重要なプレゼンなのか瞬時に判断しなければならず、参加するセッションに迷うこともしばしばあった。セッションでの、報告内容のレベルは玉石混交のように感じた。著名な研究者の発表の次に大学院生の発表があったりする。また大きい会場のほうに重要な発表が多いと思いきや、むしろ狭い会場のほうで注目の発表があったりする。このへんの矛盾が生じてしまうのは、事務局の会場振り分け決定に際し各セッションへの投稿数が注目度の判断基準になっているようであった。

技術発表の半分以上がアカデミック分野からのものだ。大学と国の研究所の関係者が6割以上を占める。そのせいか重箱の隅をつついていて何のために何をやって何が得られたかはっきり響いてこない発表が多くみられた。厳しく言えば学生の発表機会を提供する教育的効果重視型の国際会議とも言える。

変わったセッションでは政府系機関ばかりが集まったセッションがあった。どうやったら NSF や国家防衛局 DTRA からから研究資金がつくのかについてその秘訣などを教えてくれるのもあった。

技術発表では以下のようなセッションがあった。先入観も手伝ってか、ほとんどすべての内容がエネルギー・環境問題に絡めているようで、相変わらず Carbon

Nano Materials 関係の話題が目立った。

- Symposium E: Photovoltaic Technologies – Materials, Devices and Systems
 - Symposium F: Oxide Thin Films for Renewable Energy Application
 - Symposium O: Next-Generation Polymer-based Organic Photovoltaics
 - Symposium P: Single-Crystalline Organic and Polymer Semiconductors–Fundamentals and Devices
 - Symposium SS: Quantitative In Situ Electron Microscopy
 - Symposium WW: Roll-to-Roll Processing of Electronics and Advanced Functionalities
 - Symposium ZZ: Communicating Social Relevancy in Materials Science and Engineering Education
 - Symposium X: MRS Medal Award Presentation
 - Symposium G: Materials as Tools for Sustainability
 - Symposium I: Functional Materials for Solid Oxide Fuel Cells
 - Symposium K: Hierarchically Structured Materials for Energy Conversion and Storage
 - Symposium CC: Optically Active Nanostructures
 - Symposium VV: Advanced Materials Exploration with Neutrons and Synchrotron X-rays
 - Symposium UU: Scanning Probe Microscopy–Frontiers in Nanotechnology
 - Symposium D: Energy-Critical Materials
 - Symposium W: Carbon Nanomaterials
 - Symposium GG: Mechanical Behavior of Metallic Nanostructured Materials
-

■付録

電子顕微鏡写真などを持ちいた美術作品コンテスト入賞作品

Science as Art Award Winners



図⑥-(2)-2.11 電子顕微鏡写真などを持ちいた美術作品コンテスト入賞作品。①Vilas Pol Argonne National Laboratory、②John Joo Harvard University、③Sven Barth Vienna University of Technology、④Eita Tochigi Lawrence Berkeley National Laboratory、⑤Babak Anasori Drexel University、⑥Manuel Ochoa Purdue University、