

研究・技術計画学会第 27 回年次学術大会での講演

構成学(シンセシオロジー)の論文分析による技術の社会導入に向けた方法論

2012 年 10 月に一橋大学で開催された研究・技術計画学会第 27 回年次学術大会において行われた講演と質疑応答の概要をご報告します。

シンセシオロジー編集委員会



出席者 小林 直人 早稲田大学 (シンセシオロジー副編集委員長)
赤松 幹之 産総研 (シンセシオロジー編集幹事)

小林 「研究者が社会に役立つ研究を、効果的かつ効率的に実施するための構成的な方法論の確立」を目指す論文誌である Synthesiology が 2008 年 1 月に創刊され、5 年弱たちました。この論文誌は「研究目標の社会的価値の記述」「シナリオの提示と要素の選択」「要素間の関係付けとそれらの構成・統合」を要件としています。論文に求められるオリジナリティは、設定したシナリオ、選択した要素、そしてその構成・統合の方法によって発揮することを期待しています。

これまでの論文のうち、環境・エネルギー、ライフサイエンス (バイオテクノロジー・ヒューマンライフ)、情報通信・エレクトロニクス、ナノテク・材料・製造、標準・計測、地質の 6 分野から 70 編を分析対象として、要素技術構成の基本型を抽出しました。それらは「アウフヘーベン型」「ブレークスルー型」「戦略的選択型」、そして「螺旋型 (スパイラル型)」構成方法です。

アウフヘーベンとはヘーゲルが提唱する止揚、つまり矛盾する要素が発展的に統一され高め合うことですが、それは技術でもあり得るのではないかと考えました。一例としてガラスモールド法とインプリント法の統合ですが、ガラスモールド法は従来から平坦ガラスへの応用は

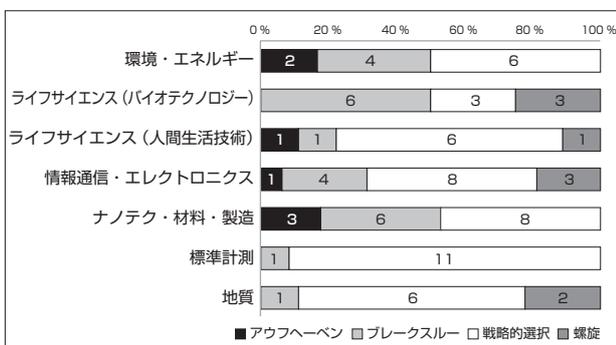
あったものの小さい構造には適しておらず、一方のインプリント法は型の構造を転写するため、高温では適さなかったのですが、これらを合わせて新しいガラスのナノレベルのプロセスを開発したものです。「ブレークスルー型」は重要な要素技術に周辺の要素技術を付加して統合技術に持っていくものです。例えば、「スピントロニクス技術による不揮発性エレクトロニクス」では、新材料・新デバイスの開発から量産技術の開発へという二重のブレークスルーを達成しています。「戦略的選択型」とは、幾つかの要素技術をあらかじめ戦略にのっかって選択し統合していくものです。「螺旋型」の例としてはライフサイエンス分野のバイオインフォマティクスをあげることができます。G タンパク質共役型受容体の遺伝子特徴の知見を大規模な計算機利用技術で開発して応用するパイプラインを作り、これを公開して実際に使うことで課題を抽出し、それをフィードバックしてまた製品化に持っていくものです。これは我々が当初想定していなかった新しい構成方法です。

6 つの分野では戦略的選択型が多く、70 編のうち 34 編を占めます。ブレークスルー型が 12 編、アウフヘーベン型は 7 編、そして螺旋型は 2 編、あとの 15 編は二

つ以上を結びつけたものです。これらの論文の考察から、技術の構成の基本型として、アウフヘーベン型、ブレークスルー型、戦略的選択型があることに加えて、その過程で社会との相互作用を繰り返しフィードバックする螺旋型という構成方法の重要性も確認することができました。また、技術の構成型は一様ではなく、種々の型の多段の組み合わせがなされることや、分野によって構成型に特徴があることも明らかになりました。

以上で、技術の社会への導入についてお話ししましたので、次に技術の社会での活用についてご紹介します。

分野ごとに4類型に分類した結果 (組合せ型を各類型に重複して計数)



赤松 どれほど素晴らしい技術や製品（プロセス）であっても、また社会ニーズに対応している、社会の中でそう簡単に使われるわけではなく、社会に導入されたからといって必ずしも社会の中で簡単に広がるわけでもありません。

Synthesiology の論文を対象にして、どのような方法で技術や製品が社会導入されたかについて、技術とニーズの関係の観点から分析しました。「社会でのニーズが明確化されている」場合と「社会のニーズが明確化されていない」場合の二つに大きく分けることができます。

まず、「ニーズが明確化されている」場合ですが、先



小林 直人氏

ほどのスピントロニクスで「新材料・新デバイスの開発から量産技術の開発」という説明がありましたが、社会が欲しがっていた高性能かつ高速な低消費電力のメモリの要素技術を開発しただけでなく、企業が活用できる製造技術にまで持っていったという例です。もう一つ、社会での使われ方が定まっているものとして計量標準のトレーサビリティ体系があります。社会でのニーズが明確な場合のポイントは、製品につながる技術であれば、要素技術および大量に製造できる工業製品にするための製造技術を併せて研究開発すること、性能を安定化させること、そしてもう一つ大事な観点としては既存の製造プロセスからの最小限の変更で対応が可能ということ。計量標準のケースでは、技術の供給システムに対応させ、使いやすい設計にしたことです。

次に、「社会のニーズが明確化されていない」場合ですが、一つのやり方として“製品の形にしてやってみせる”というのがあります。持ち運びできるコンパクトな長さ標準器の試作品を作る、あるいは全時間全焦点顕微鏡を試作してインパクトを与えたという例です。“試しに使ってもらおう”方法もあります。サンプル提供できる量の有機ナノチューブを製造する、またサイバーアシスト（状況依存の情報サービス）を実フィールドに近い展示会やイベントで使ってもらおう。技術を実際の形にしてみせることでインパクトを与え、汎用的な技術で製品化できることを示すことができます。多様な使い方が試されることで、技術の適用可能性の検討や技術課題の抽出もできます。

「ニーズは理解されているが、躊躇がある」場合もあります。こういうケースが多いと思うのですが、それには“相手の理解を待つ”か“懐に飛び込む”ことが行われていました。「紫外線防御化粧品と評価装置」は基本技術が完成し、ニーズは理解されたのですが、意思決定に時間がかかるので落ち着いて待ったという事例です。

「ディペンダブル情報システム」は、現場で必要な情報を見極め、説明するだけでなく、実際にやってみせて重要性や価値を共有することができたという事例です。

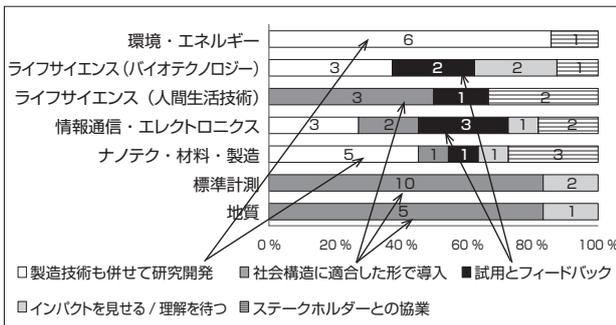
次の段階は、製品化ができて社会に定着させる場合です。「IH 調理器に対する調理システムの開発と普及」では感性的な先導的ユーザーである料理研究家が新しい使い方にチャレンジして、価値が付与されました。また、日本ではカーナビが普及していますが、カーナビメーカーだけでなく国やセンシングメーカー、地図会社等、多様な官民のステークホルダーの連携によって広まったものです。

研究分野ごとの社会導入の特性として、環境・エネル

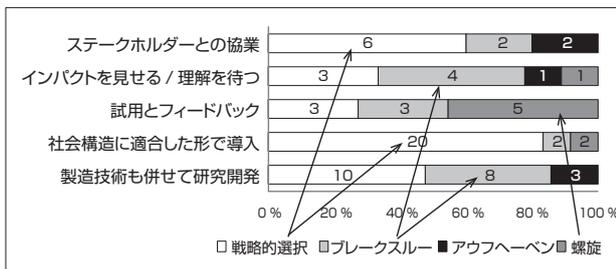
ギー分野においては製造技術を併せて開発することが多く行われていました。エネルギー問題は産業界で出すCO₂問題の比率が高く、トータルとしてのエネルギー問題の解決から製造技術開発が比率的に高くなったと考えられます。ナノテク・材料・製造も製造技術そのものが対象です。一方、社会構造に適合した形での導入が多いのはライフサイエンス（人間生活技術）や標準計測、地質です。試用とスパイラル型に関してはライフサイエンス（バイオテクノロジー）および情報通信・エレクトロニクスが多くなっています。

社会導入に向けた構成を連続して起こすことが研究成果の社会導入には重要です。その際、社会ニーズが明確になっている場合とそうでない場合、産業としての拡大を図る場合、それぞれ異なったアプローチが求められます。「社会導入からイノベーションの創出」を考えると、このような構成例の分析を積み重ね、そのダイナミズムを分析すること、さらにシナリオをどのように構築していくかの分析が必要です。

研究分野ごとの社会導入の特性



社会導入と技術的構成の関係



フロア 研究側の自己評価とその成果を使う産業界等の外部からの評価との齟齬があるのではないのでしょうか。それがイノベティブなものが出てこない原因ではないかと思うのですが。

赤松 シンセシオロジーで論文を書くことは、自分がどのように社会にフィードバックさせるかを考えてきたかを振り返ることであります。自分でどこまでシステムティックに考えていたかが明確に評価できるようになると、社会なり企業の側と話がしやすくなる面があると思います。

フロア 基礎研究は論文の引用でモニタリングができると思うのですが、社会への応用に関して、自動的にマーケティングできるようなモニタリングの方法があるのでしょうか。

赤松 従来の論文誌では、実際に社会で使われるかどうか分からないことから、そこを表現できる論文誌として Synthesiology があります。社会への導入には運・不運もありますが、その運・不運をコントロールするだけの努力なり、仕掛けをどれだけ作ってきたかということが大きなファクターになります。そこをアウトプットの数等の定量的な形で測るのは難しいです。ただ、プロセスをどのように評価するかは可能だと思います。社会への導入を考えて必要なプロセスをとったかで評価することが考えられます。

小林 我々としては事例を積み重ねていくことが大切だと思っています。特に企業の方々はこのところは得意だろうと思いますので、論文をたくさん出していただきたいと思っています。



赤松 幹之氏