

信夫千佳子（甲子園大経済情報学），○布瀬雅義（住友電工）

1. 技術の表現方法に関する課題

本研究は、技術を体系的に蓄積・検索しうるコンピュータ・システムを開発することによって、技術開発を支援・加速する事を狙いとしている。

まず、技術とは何か、という定義から明らかにしなければならない。本研究では「技術」とは「事物の属性を変更・維持・測定するための方法に関する知識」と定義する。これは以下の例を考えれば、その妥当性が納得できよう。

加工技術：対象物の形状、寸法などの属性を変更する

検査技術：対象物の属性を測定し、その良好度を判断する

医療技術：人体の機能、形状などの属性を望ましい状態に変更する

経営技術：組織の効率、構成員の満足度などの属性を維持・改善する。

問題は、これらの技術を表現する適当な方法がないことである。たとえば、図1は、あるホームページの卵焼きの料理法を記述したものである。ここでは、材料を列挙し、作り方を文章で述べ、できあがり状態を写真で示し、「アドバイス」として若干の注意点を述べている。最先端の製造業においても、そこでの技術表現の方法はこの程度、すなわち、テキスト表現、写真やイラスト表示などである。

通常の技術開発業務では、以下のような考察を行う必要があるが、そのためにはこのような表現形式ではきわめて不十分である事が分かる。



図1 甘い卵焼きのレシピ

材料(2人分)

卵(L玉) ... 4個
だし汁 ... 大さじ3
砂糖 ... 大さじ3
しょうゆ ... 大さじ1

作り方

1. 卵を割り、だし汁、砂糖、しょうゆを加えてよく溶く。
2. 熱したフライパンに油をうすくひき、卵を流し入れる。

...

アドバイス

少々焼き上がりの形が崩れても、ラップに包んで整えればきれいな形に仕上がります。

(出典: Yahoo!グルメ)

- 1) この方法では、どのような不具合がありうるのか？
- 2) 予想される不具合に対して、どのような予防策をとるべきか？
- 3) ある不具合の原因は何か？
- 4) この方法のコスト、効率を改良するには、どのような代替案がありうるのか？

本研究では以上の4点の考察を支援するための方法的知識の表現形式、および、そのように表現された方法的知識を体系化に蓄積、検索するた

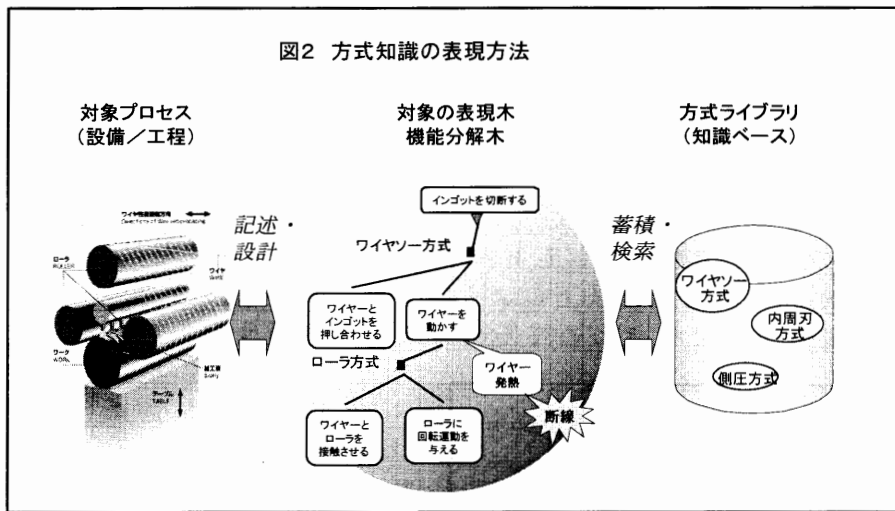
めのコンピュータ・システムの開発を行ったので、その概要を紹介する。なお、本研究は国際共同研究プログラムIMS(Intelligent Manufacturing Systems)の助成のもとに、大阪大学産業技術研究所溝口理一郎教授と行った共同研究の成果である。

2. 方式知識の表現方法

図2に本研究で考案した方法的知識の表現方法を示す。ここでは方法的知識の表現単位を「方式モジュール」と呼んでいる。方式モジュールは、

- 1) ある機能(対象物の属性の変換、維持、測定)の達成を目的とし、
- 2) その実現のための下位の機能群、および、
- 3) その方式が持つ副作用と、それを放置した場合に発生する不具合事象

から構成される。図1は半導体などのインゴットを切断する方式の一つである「ワイヤーソー方式」を表現しているが、この方式は「ワイヤーとインゴットを押し合わせる」「ワイヤーを動かす」という二つの下位機能から構成されており、ワイヤーとインゴットの摩擦による「ワイヤー発熱」という副作用、および、それを放置した場合には「断線」という不具合現象に至ることを示している。



「ワイヤーを動かす」という機能のためには、またいろいろな方式がありうるが、その一つとして「ローラー方式」を採用した場合には、その方式モジュールをさらにその下に接続する。このように一つの対象プロセス、ないし、設備を構成する機能体系を、方式の木として表現する。これを「機能展開木」と呼んでいる。

個々の方式モジュールは「方式ライブラリ」の中で体系的に蓄積される。ここから、ある機能を達成するために適当な機能モジュールを検索して、工程や設備の機能展開木に付加するという形で設計を進める。

また方式が持つ「副作用」が引き起こす「不具合事象」を避けるためには、副作用を予防するための機能を加えなければならない。この例では、「ワイヤー発

熱」に対して「熱を発散する」機能が必要であり、そのための方式を方式ライブラリから検索する、という手順となる。

3. 技術検討への適用

このような表現形式により、前節で述べた技術検討を、明示的・論理的に行うことができる。

- 1) この方法では、どのような不具合がありうるのか？
→「不具合事象」として、方式モジュール中にあらかじめ記述されている。
- 2) 予想される不具合に対して、どのような予防策をとるべきか？
→第1に、同じ機能を果たすが「副作用」を持たない別の方式を採用する。（たとえば、「ワイヤーソー方式」の代わりに、「ウォータージェット方式」を採用する）。第2に「副作用」を発生させない、あるいは、その影響を取り除く機能を付加する。（「熱を発散させる」など）
- 3) ある不具合の原因は何か？
→不具合事象（例：断線）を検索し、それを起こす副作用（ワイヤー発熱）をたどる。
- 4) この方法のコスト、効率を改良するには、どのような代替案がありうるのか？
→同一の機能を果たす別の方式を検索して、入れ替える。（たとえば、「ワイヤー方式」を「回転刃方式」に入れ替えてプロセスの高速化を図る。）

プロセスや設備の起こしうる失敗モードをあらかじめ列挙して、予防対策を検討する手法として、FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) などがあるが、これも図3で示すように、本表現形式により論理的に描くことができる。

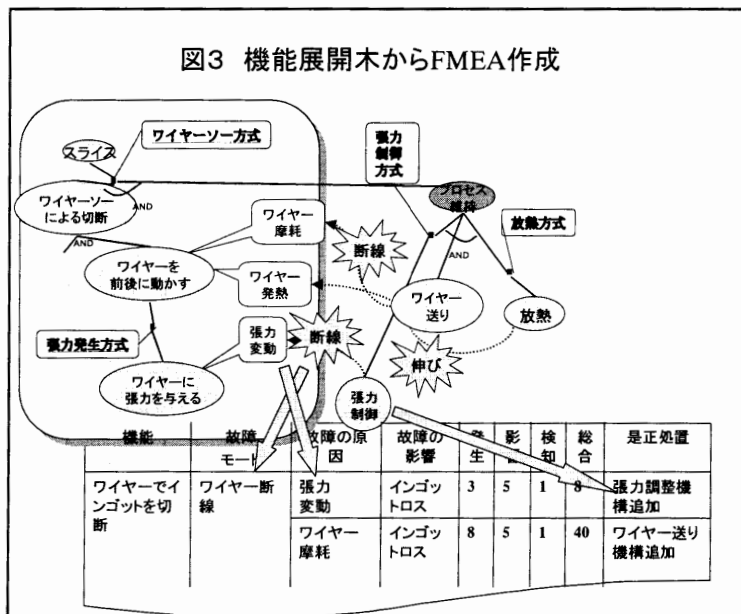


表1 機能展開木の適用成果

| 適用分野 | 内容 | 適用効果 |
|-----------|-------------------|---------------------|
| 設備・プロセス開発 | マイクロ部品のハンドリング機構開発 | 中堅設計者で2ヶ月 →新人1ヶ月 |
| | 画像検査装置の改良 | 誤検査率1/10以下 |
| 不良・故障問題解決 | キーマテリアル部品での異物問題 | 4ヶ月未解決 →2週間で解決 |
| | 炉内の断線問題 | 4ヶ月未解決 →1.5ヶ月で解決 |
| | 炉の故障問題 | 3ヶ月未解決 →1週間で解決 |

この「機能展開木」をプロセスや設備の開発、および、不良や故障問題の解決に適用してきた。その結果を表1にまとめる。技術開発や問題解決の効率向上の正確な評価はできていないが、従来に比べて数倍にはなったと感じている。その主な理由は、対象となる設備やプロセスが明示的に表現されたことにより、衆知を効果的・効率的に集めることができたため、と考えている。

また「機能展開木」は技術者からは理解しやすく、使いやすいと非常に

好評である。これは表現の形式、および、方式モジュールの検索や入れ替えという概念操作が、従来から技術者が頭の中でやってきた事と本質的には同じだからではないか、と思われる。

4. 今後の課題

1) ソフトウェアの開発

機能展開木の作成、保存、検索を行うソフトは、プロトタイプ・バージョンが完成し、実務で使用を始めた。引き続き、機能モジュールの蓄積、検索を行う機能を追加して、実用バージョンを完成させる予定である。

2) 方式モジュールの蓄積・検索のための方法論開発

方式モジュールが、技術分野ごとに固有な形で記述されたのでは、無限大の蓄積が必要となる。「回転刃方式」がハムをスライスするにも、半導体インゴットをスライスするにも適用できる、というように技術のドメインを超えた形で表現される事が望ましい。それを可能とする語彙と文法の表現形式の研究が必要である。この面では溝口研究室でオントロジー工学として活発な研究が進められており、それを活用しながら、試行を進める。1,2)

参考文献：

- 1) 来村徳信，溝口理一郎：オントロジー工学に基づく機能的知識体系化の枠組み，人工知能学会誌，17(1)，pp.61-72，2002.
- 2) 来村徳信，笠井俊信，吉川真理子，高橋賢，古崎晃司，溝口理一郎：機能オントロジーに基づく機能的知識の体系的記述とその機能構造設計における利用，人工知能学会誌，17(1)，pp.73-84，2002.
- 3) 布瀬雅義，柏瀬雅一，来村徳信，溝口理一郎：生産技術の知識ベースと生産工程改善，精密工学会誌，68(4)，pp.507-510，2002