

TM-0402

プロジェクト
研究評価支援システム

片山佳則, 戸田光彦
(富士通)

October, 1987

©1987, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191-5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

プロジェクト研究評価支援システム

A Support System for Research Project Evaluation

片山 佳則 戸田 光彦

富士通国際情報社会科学研究所

技術開発プロジェクト間の技術的関連をネットワーク型知識ベースに蓄積し、プロジェクト研究の評価・選択・立案を支援するシステムを提案する。このシステムでは、専門家が入力する各プロジェクトの技術バリア・波及効果等の技術情報や対象技術領域に関する体系知識を、それぞれ知識ベースとして蓄える。これらに基づき、複数のプロジェクトにおける技術バリアや開発後の波及効果の関連を示したネットワークを構成する。専門家は、このネットワークを参照し、各プロジェクトの広範囲の関連性を考慮しながら計画を再評価し、立案できる。本稿では、省エネルギー技術開発プロジェクト群を対象例とした支援機能を例示する。

1. はじめに

プロジェクト研究等、技術開発計画の評価や選定は、それぞれの技術的なコストや資源/環境などの制約、および市場予測等の分析値を比較して決定される。そのための方法論は各種提案されている[1,2]が、各技術分野の専門家の経験的判断に頼って評価される部分が多い。この判断を支援するために提案されている方法のほとんどが、プロジェクトや課題等を個別に評価したデータの比較を目的としている。この場合、同時並行的に計画されているプロジェクト間の技術上の関連—あるプロジェクトで開発された新技術の一部が他のプロジェクトに利用できる、または新技術の知識が他のプロジェクトを推進する参考になる、という技術上の波及効果等—を見逃し易い。また、各種技術開発プロジェクトの関連する範囲が広くなると、各技術の専門家が関連分野を考慮しながらプロジェクト計画を立案することが困難になる。このような技術上の関連を明示的に考慮する計画評価の方法は、文献[3,4]で提案されているが、波及効果の評価データは、専門家の判断に多くを頼っている。

本稿では、各専門家が、専門とする技術領域では十分な評価ができることを前提とし、技術開発プロジェクトの選択や研究課題を発見的に検討することを容易にする評価支援システムを提案する。この支援システムは、専門家が入力するプロジェクト計画に関する技術情報の知識と、体系化された技術分野の知識を知識ベースとして持つ。この二つの知識ベースから、多数のプロジェクトにおいて開発すべき技術バリアと開発後の波及効果の関連を示すネットワーク型知識ベースを構成する。これらの知識ベースから得られる情報を用いて、専門家は、広範囲な技術的関連性を明示的に考慮しながら、各プロジェクトの評価・選定を行え

る。このシステムは、技術開発上の意思決定を支援する機能を提供する意思決定支援システムの一例である。以下では、省エネルギー技術開発プロジェクトを例として、支援システムの機能と構成を述べ、具体例を示す。

2. 技術開発プロジェクトの情報

一つの技術開発プロジェクトを他のプロジェクトと関連づけて評価するために、各プロジェクト計画の中で図1の四項目の技術情報をプロジェクト情報として注目する。

- 直接的効果：プロジェクトが達成する直接の目標。
- 波及効果：技術面での他のプロジェクトへの効果、適用可能性、影響。
- 技術バリア：プロジェクトを達成するために開発すべき技術（材料技術、システム技術等）。
- 導入技術：プロジェクトに含まれないが、プロジェクト達成のために外部から導入する支援技術。

プロジェクトによっては、他で開発されることを前提とし、導入技術に未開発のものを含む場合もある。

実際には、対象分野により、得られる情報が異なる。対象例として、「これからの省エネルギー技術」[5]に収録されたプロジェクトのうち、熱に關係する技術の開発プロジェクト群を取り上げると、各プロジェクトについての直接的効果と波及効果、技術バリアの情報が得られる。この技術バリアと波及効果の結合パターンを熱技術の体系知識などを考慮しながら分析することで、図2のようなプロジェクト間の技術移行による波及効果関係が得られる。

図2では、projectBの技術バリアを克服して開発される新技術から、projectAの技術バリア克服への波及効果がある

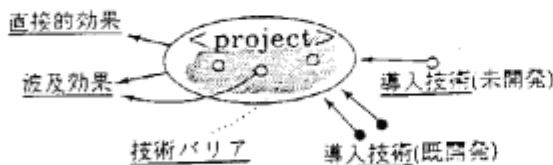


図1 プロジェクト情報

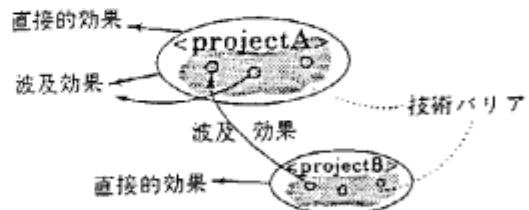


図2 プロジェクト間の波及効果関係

関係を示している。この関係を結合して、技術開発プロジェクトのネットワークが構成できる。このネットワークを解析することにより発見的な分析を行う。

3. 評価支援システム

3.1 システムの機能

評価支援システムの主な動作は、下記の通り。

- ① 専門家が入力するプロジェクトの技術情報を、関連する項目はセットとしてまとめて、蓄積する。
- ② プロジェクト間の波及効果による結びつきを広い範囲で明示する。
- ③ 対象分野での類似の必要技術や効果を整理した情報を提示する。
- ④ プロジェクト情報の入力とともに、その分野の体系も知識ベースとしてネットワーク型に構築する。
- ⑤ プロジェクト情報と分野の体系知識を参考にして、技術移行の検討を支援する。
- ⑥ 開発効果/コストやスケジュール等の定量的データを加えることにより、全プロジェクトの開発計画を検討する。

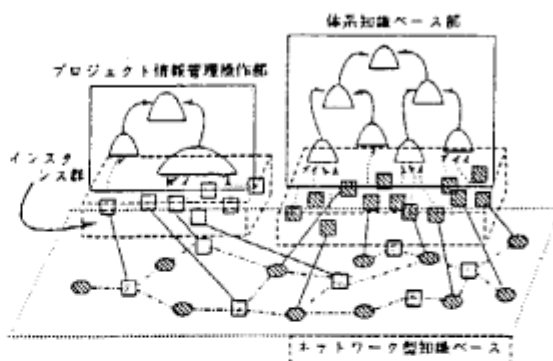
動作②と③により、専門家の考えを広い視野で検討できるようになる。動作④で技術移行関係が示され(4.1節)、動作⑤によって技術バリア間の関係づけによる新しいプロジェクトの抽出(4.2節)や波及効果の類推(4.3節)が行える。動作⑥では、体系知識ベースが、情報の格納や技術項目の発見的な関係づけのために利用される(5節)。

3.2 システムの構成

評価支援システムはプロジェクト情報管理操作部と体系知識ベース部、インターフェース部に分類される。この評価支援システムは、逐次型推論マシンP S Iのオブジェクト指向言語E S P上に実装されていることから、プロジェクト等の情報がすべてオブジェクトとして実現される。従って、プロジェクトを主体にして容易に操作ができる。さらに、専門家ごとに自由にオブジェクトを作成できるため、利用する専門家に合った評価・支援ができる。

(1) プロジェクト情報管理操作部

プロジェクト計画の情報として専門家がシステムに入力するのは、波及効果や技術バリア等の技術項目、及びそれらと既に入力されている技術項目との関連性である。プロジェクト自身の情報は、体系知識ベースの構成に合わせたメニューの選択により分類がなされ、オブジェクトとしてシステムに格納される。これらの情報からシステムは、関連のある技術項目に対してセット表現を用い、このセットを通じて全プロジェクトのネットワーク型知識ベースを作成する(図3)。セット内の技術項目の間の関係や全プロジェクトの関係構造を分析などで利用する場合には、ネットワーク形式で表示される。セット自体の更新も体系知識の分類に従って行われ、セット内の技術項目に関連して付加する新しい情報は、専門家が表示されているネットワークを直接操作して入力する。



各プロジェクトを表す。
セットや技術項目を表す。

図3 システム利用状態

(2) 体系知識ベース部

対象分野の体系に関する知識をあらかじめ知識ベースとして持たせる。分野によって体系の明確さが異なるが、決まった体系がなく専門家ごとに改良/構築される場合は、作成の負担が大きくなるが、より発見的な分析が行える。プロジェクトの効果やバリアなどを新しく入力する場合、既にある体系知識ベースで対応できなければ、新たなセットや項目を作成し、同時に体系知識の更新を行う。現時点では知識の付加のみが行える。

(3) インターフェース部

評価・支援のためのシステムの基本機能は、(1)と(2)で実現されるが、専門家と(1)や(2)の各部分の知識との対話をどのように知的に行わせるかが重要である。これにより、システム自体の持つ機能や専門家の知識をどれだけ効果的に利用できるかが決まる。インターフェース部では、すべての操作にメニューを用い、できる限りマウス操作で行えるように実装されている。

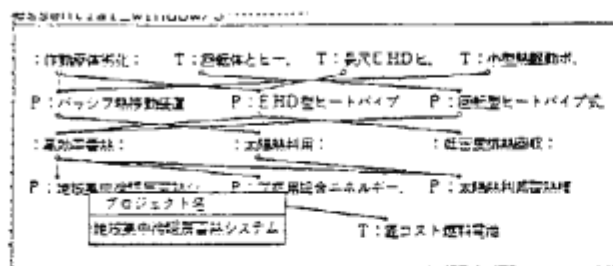
3.3 システムの効果

前述のようなシステムの機能と構成により、波及効果や技術バリアのセットを用いたネットワークが実現できると、次のような効果が期待できる。

- 各プロジェクトが他に与える影響度、全体的効果がわかる。
- プロジェクトの再構成につながるような技術移行等の関連性が把握できる。
- 全プロジェクトを通したスケジューリングの検討が行える。
- 各対象分野で、専門家が考えている体系を整理することができる。

4. 分析例

プロジェクト情報として注目している技術バリア、波及効果の結びつきをネットワークにして明示する。この場合、図2のように「projectAの技術バリア=projectBの波及効果」の形でネットワークを組むことは困難なことがある。従って、技術項目として関連するもののセットを作成し、



- (1) : で囲まれた項目が技術項目のセットを表す。
 (2) T: はセットに含まれない個々の技術項目を表す。
 (3) P: で始まる項目がプロジェクト名を表す。
 (1)と(2)が図3の枠内に対応し、(3)が四角に対応する。
 すべてが表示できない項目には、ピリオドが付き、マウスクリックすると図のようにすべてが表示される。

図4 システムが表示するネットワークの一部

広範囲のネットワークを構成する。

支援システムが表示する熱関係省エネルギー技術のネットワークの一部が図4であり、このネットワークは○から●へ技術移行の可能性があることを表している。プロジェクト情報によって作成される技術関係のセットが図5である(蓄熱に関するセット)。セットは、プロジェクトからの波及効果や技術バリアなどで関連する項目を集めたものである。このセット内の構造はgeneralなものからspecificなものへのis-a関係で表現している。セット内の構造に従って、技術移行が生ずる可能性を示唆する。

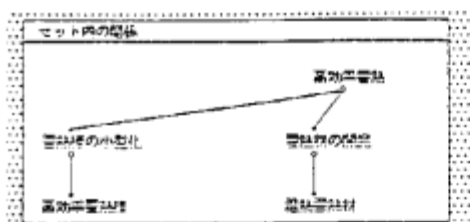


図5 セット内の関係(蓄熱に関するセット)

4.1 技術バリアと波及効果の関連づけ

図4と図5のネットワーク例を参考にして導かれる情報は、蓄熱に関して「太陽熱利用蓄熱槽」プロジェクトの開発技術が「家庭用総合エネルギーシステム」プロジェクトに移行できることを示唆している(図6)。

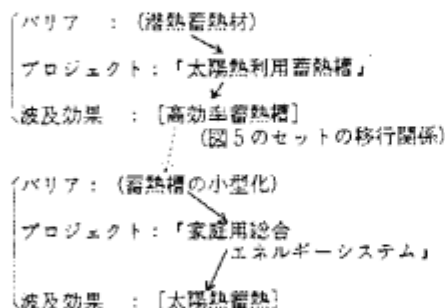


図6 蓄熱に関する技術移行事例

評価支援システムでは図7のように示される。

このようにセット内の関係における技術バリアと波及効

果の情報をもとに、プロジェクト間を統合することでプロジェクトの技術移行関係を描くことができる。

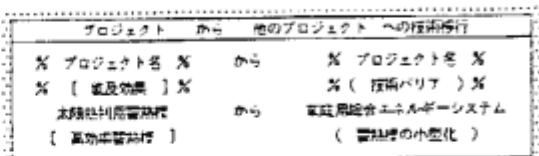


図7 蓄熱に関する技術移行事例

4.2 技術バリアの関連づけ

ネットワーク型知識ベースにおけるセット内の技術バリア項目をまとめることによって、要素プロジェクトの抽出を支援できる。図5に対応するセットの中から、技術バリアだけを取り出すことで、複数のプロジェクトで技術バリアと評価されている共通的要素技術を明らかにできる。これにより、新たな要素プロジェクトの計画を支援する。

4.3 波及効果の類推

波及効果と技術バリアが同じセット内に含まれているプロジェクトの関係から、波及効果の類推支援を行う。

「地域集中冷暖房蓄熱システム」プロジェクトと「家庭用総合エネルギーシステム」プロジェクトに対して、支援システムは図8のような波及効果の類推を自動的に表示する。この場合、「家庭用総合エネルギーシステム」プロジェクトの波及効果として、専門家が入力しなかった「排熱利用」への効果について、技術バリアが同じ蓄熱セットに含まれ、波及効果の一部が同じ太陽熱セットに含まれる「地域集中冷暖房蓄熱システム」プロジェクトとの類推から導かれている。これは、BURISKO[6]等の類似したSlotを見つける方法に似ている。そのFrameとSlotとの関係が、ここでは、プロジェクトとセットに対応する。

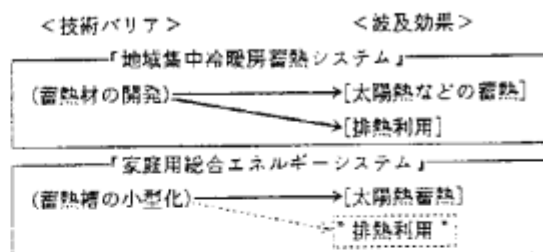


図8 波及効果(排熱利用)の類推

5. 技術体系知識の利用

各技術分野の体系知識を一つにまとめることは、困難であるが、利用している専門家が持っている知識に近い構造をシステムが持つことは、評価支援システムを効果的なものにするための必要条件である。

体系の分類知識から得られる技術項目間の関係を、プロ



図9 体系項目間の利用関係

プロジェクトの関連情報として活用する。基本的には、体系を「材料/技術/機器/システム」に分類し、図9の利用関係を仮定する。すなわち、矢印の方向に利用できるものとする。

このような体系項目間の利用関係を用いて、プロジェクト間の新たな結びつきを検討する。

4節でのネットワークとセットによる分析では、プロジェクト「EHD効果による対流伝熱促進」が「EHD型ヒートパイプ」と「MHD複合サイクル発電」に関連することは導かれなかった。しかし、これらのプロジェクトの技術バリアを体系知識ベースの中に位置づけ、図9の利用関係を適用することで、技術バリア同士を直接(波及効果を經由せず)関係づけることによりプロジェクト間の結合関係が導かれる(図10)。

評価支援システムはこの結果を図11のように表示する。

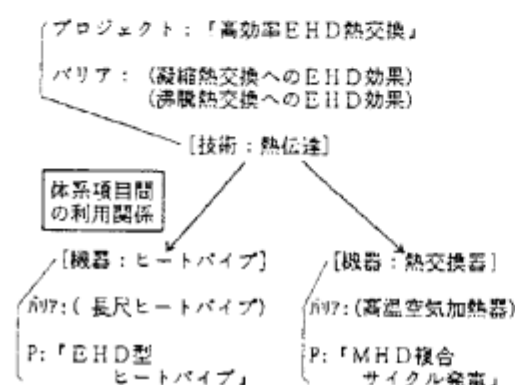


図10 体系知識ベースによるプロジェクト間の結合関係

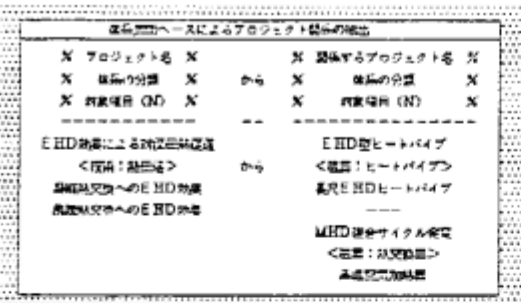


図11 体系知識ベースの利用例

ここで使用した体系知識ベースのオブジェクト構成を図12に示す(「機械工学概論」[7]等を参考にしている)。

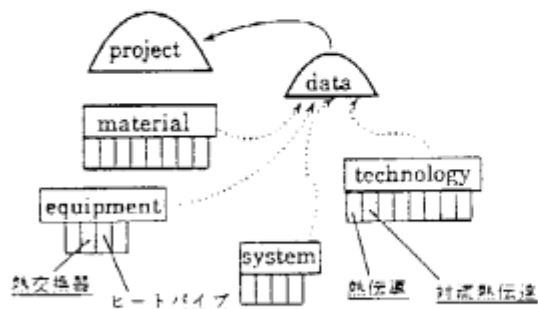


図12 体系知識ベースのオブジェクト構成

6. 考察

専門家が幅広い知識を必要とし、プロジェクト研究等の評価・選定を行う際に、この支援システムは効果的である。ただし、現段階では、情報を入力する際にセット内のカテゴリの混乱が生じる。従って、セット内の関係を明確にし、考える要素をどのように減らすかが課題である。

体系知識ベースがプロジェクト情報とともに、自由に構築・改良されていく形式を取ることによって、この評価支援システムをシミュレーションとして利用することができる。これにより、専門家が持つ体系の立場の違いを明確にして評価規準の比較・検討ができるようになる。

また、支援システムから表示させる情報について、その重要度によって比較できるような順序づけを行う必要がある。これについては、プロジェクト情報の入力時における程度や範囲を数値等によって限定し、比較させ順序づけることを検討している。

一般の意思決定支援システムでは、モデル等を用いて支援機能が実現される。本稿では体系がそれに対応するものと考えられる。この体系を対象に応じて適切に定めることで、評価支援システムは、様々な分野に応用できる。

7. おわりに

現時点での評価支援システムでは、方法論的にも機能的にも不十分な点が多い。例えば、技術上の関連を有意義に分析するためには、考慮する技術バリアや波及効果の仕様を明確にする必要がある。この仕様の明確化を支援する機能も必要である。しかし、通常、プロジェクトが個々に検討されていることを考えると、関連するものも含めてその分野に関するプロジェクト全体を考慮して評価・検討するためには効果的である。今後も、機能を拡充し、インターフェースを改良して、新しい評価支援システムを目指して行きたい。

尚、本研究は、第五世代コンピュータプロジェクトの一環として行われたものである。

〔謝辞〕 熱心に討論し、数々の助言を下さった電総研エネルギーダイナミクス研究室の伊原氏、野崎氏、小山氏に感謝いたします。また本研究の機会を与えて戴いた富士通国際研の北川会長、榎本所長に感謝いたします。

〔参考文献〕

- [1] 日本能率協会: 戦略的研究開発の評価と意思決定, 1982年3月
- [2] 日本オペレーションズ・リサーチ学会: オペレーションズ・リサーチ 特集 研究評価, Vol.28, No.11, 1983年
- [3] 伊原, 小山, 遠藤, 野崎, 阿部: 省エネルギー技術の確立調査成果報告書, 電子技術総合研究所, 1987年3月
- [4] 戸田, 杉山: システム化技術開発計画の評価技法, 富士通・国際情報社会科学研究所研究報告第11号, 1983年9月
- [5] 日本産業技術振興協会: 「これからの省エネルギー技術」, 1983年6月
- [6] D.B.Lenat: Theory Formation by Heuristic Search, Artificial Intelligence, Vol.21, No.1, 2, 1983, pp31-59
- [7] 草間, 佐藤, 一色, 阿武: 「機械工学概論」理工学社, 1980年3月