

TM-0465

技術波及の知識を用いた
研究開発プロジェクト群の評価支援システム

片山佳則，戸田光彦

March, 1988

©1988, 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

技術波及の知識を用いた 研究開発プロジェクト群の評価支援システム

富士通㈱ 国際情報社会科学研究所 片山 佳則・戸田 光彦

1. はじめに

研究開発プロジェクト群の評価は、専門家の経験的判断に頼る点が多い。本稿では、プロジェクト情報の中で技術の波及効果関係に注目して、専門家が行うプロジェクト群全体の評価とそれに基づく意思決定を支援する方法を提案する。この支援方法の基本的枠組みは、技術の波及関係を導く規則的知識とこの規則的知識の適用範囲を広げるための関連知識である。評価支援システムは、これらを知識ベースとして利用し、複数の研究開発プロジェクトを対象とする専門家の評価活動をサポートする。本稿では、この評価支援システムの適用事例として、省エネルギー技術開発プロジェクト群を取り上げ、その評価の支援結果を示す。

2. 研究開発プロジェクト群の評価支援システム

研究開発における評価^(1,2)は、その活動を効率的に計画し、実施するために行われる。ここで、効率とは、経済的な面だけではなく他の研究開発との技術利用関係や発展方向などを考慮したものとする。したがって、研究開発プロジェクトの評価を支援する場合には、プロジェクトの直接効果、コスト、及び内部構成や機能を詳細に分析した情報だけでなく、そのプロジェクトが関連する他のプロジェクトとの関係（技術の波及や利用の関係）情報を、広い範囲に亘って分析する必要がある^(3,4)。

本稿では、複数の研究開発プロジェクトを技術波及の観点でネットワーク化し、プロジェクトの幅広い関連性や技術利用の関係を踏まえて、各計画の有効性の評価を支援する方法を提案する。これは、各技術/研究分野におけるプロジェクトの評価の中で、専門家が行う評価を発見的に進めさせるための支援に注目することである。

具体的には、図1のように評価支援システムが持つ知識ベース（技術波及関係を導くための各種の規則的知識と、この規則的知識の適用範囲を広げるための関連知識）とその知識処理機構を用いて、技術波及面での関係の評価を行い、その関連情報等を与え、幅広い技術波及の可能性を指摘する。

この評価支援システムは専門家の研究開発に対する意思決定活動を波及効果の視点で支援するものである。システムが持つ知識ベースや、その処理機構を、さらに発展させることで、より広範な観点から発見的思考を支援できるようになる。

3. 評価支援システムの情報と知識

本節では、評価支援システムが知識処理機構を実現するために必要とする情報と知識を分類する。

【分類項目①】プロジェクトを分類し、説明するための

詳細情報：詳細なプロジェクト情報

【分類項目②】プロジェクトが持つ技術関係の知識：技術バリエーションと波及効果の関係知識

【分類項目③】対象分野に関して専門家が持っている技術波及/利用の関連知識：ノウハウ的知識

分類項目①は、専門家が各研究開発プロジェクトから抽出しなければならない。分類項目②と③は、評価支援システムが持つ知識ベースであり、専門家の知識を追加できる。評価支援システムは、知識処理機構のうえで、評価支援機能を実現するためにこれらの知識を用いる。

分類項目②から技術波及の基本規則が導かれ、分類項目③のノウハウ的知識を利用して、その規則を技術波及規則として改良し、技術波及の関連について、より柔軟な検索や発見的評価を支援する。

本稿で示す技術波及規則や事例は、省エネルギー技術開発プロジェクト群⁽⁵⁾から選びだした35のプロジェクトを対象にして導いたものであるが、これらの規則は、一般の研究開発プロジェクトに対しても適用できる。

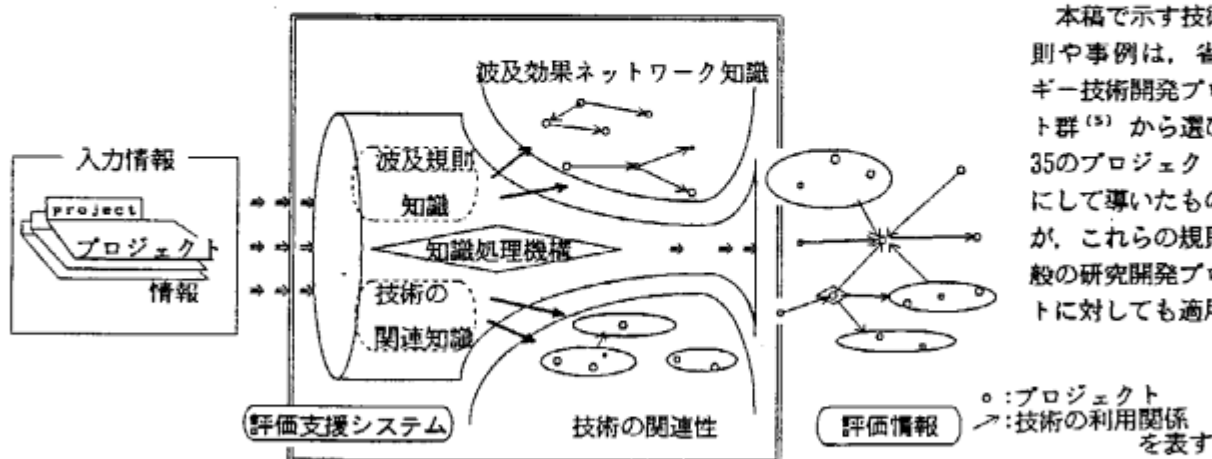


図1 評価支援システムの処理機構

(a)分類項目①に対応する情報：

各プロジェクトの内容に関する詳細な情報は一適用産業分野、機能、目的、技術の概念、開発（研究）目標、効果、開発期間、開発コストなどで代表される⁽⁵⁾。さらに、各プロジェクトの位置づけや、分類を明確にするために、技術課題分類を取り上げている。これは、対象とする分野を明らかにするだけでなく、分類項目③の関連分野の知識を拡張するためにも重要な役割を担う。

このように分類項目①に対しては、様々な詳細情報が対応するが、本稿での評価の観点から、プロジェクト情報の中で、特に開発目標（現状の技術レベルから見た目標との技術的な差として技術バリアと呼ぶ）と波及効果（効果の一部であり、技術の波及及び他分野への適用可能性）、さらに技術課題分類の情報に焦点を当てる。その他の情報は、本稿で示す評価支援システムをさらに発展させ、充実した評価機能を実現するために利用する。

(b)分類項目②に対応する知識：

分類項目①の技術バリアと波及効果に注目し、これをプロジェクト間の技術関係の知識として利用する。

各研究開発プロジェクトの技術バリアと波及効果の関係を表す一般形は、以下のように表記できる。記号（→）は、「左辺の技術バリアを克服することにより右辺への波及効果が得られる」ことを表す。

$P_n : B_{n1}, B_{n2}, \dots, B_{nm} \rightarrow E_{n1}, E_{n2}, \dots, E_{nk} \quad (m, k \geq 0)$

P_n : プロジェクト名, B_{ni} : 技術バリア, E_{nj} : 波及効果

以下では、プロジェクト P_n に対する技術バリアを B_n 、波及効果を E_n で表す。

分類項目①のプロジェクト情報を、この一般形に代入したものを基本パターンとする。この基本パターン間の関係づけを行うことで、評価支援システムは他のプロジェクトとの技術波及関係を導く。

関係づけは、プロジェクト P_1 のある波及効果が別のプロジェクト P_2 のある技術バリアと技術的に同じ内容である ($E_1 = B_2$) と専門家が判断した場合に行うもので、2つのプロジェクトにおいて、 E_1 は導かれる技術であり、 B_2 は必要技術であるから、 $E_1 \rightarrow B_2$ が基本である。プロジェクト間はこの技術の視点で方向 ($P_1 \rightarrow P_2$) を持つ。このネットワークによって、プロジェクト P_1 の技術バリアを克服して開発される新技術が、プロジェクト P_2 の技術バリア克服のために役立つこと（技術波及）がわかる。この規則が、技術波及規則1である。

<<技術波及規則1>>

プロジェクト間の基本技術波及関係

$P_1: B_1 \rightarrow E_1$, $P_2: B_2 \rightarrow E_2$ において、 $E_1 = B_2$ となる場合
 $B_1 \rightarrow$ 波及効果 $E_1 \rightarrow$ 技術バリア $B_2 \rightarrow E_2$ となり
 P_1 から P_2 への技術の波及関係から、 $B_1 \rightarrow E_2$ を導ける

この規則は、プロジェクト群のネットワーク表現や、次節の技術波及規則の基本となるものである。

(c)分類項目③に対応する知識：

これは、技術波及規則を広い範囲で適用するための知識である。規則で利用する情報（技術バリアと波及効果）を体系づけるためのカテゴリを与え、それに従ってノウハウ的知識を導く。対象に応じてカテゴリ内が、さらにサブカテゴリに分類される。このカテゴリやサブカテゴリを、プロジェクト情報の技術課題分類に対応させ、マトリックスでさらに詳細に分類する。

本稿での事例として着目した35プロジェクトは、システムで取り上げた熱エネルギー関係の技術サブカテゴリのマトリックス（資料(i)～(iii)）に分類されるものを、文献⁽⁵⁾の120にのぼるプロジェクトから著者が選んだものである。

資料(i)～(iii)の大分類がカテゴリであり、資料ごとに付加されている小分類がそのサブカテゴリである。これらの資料の縦軸／横軸の項目を決めるために、エネルギー技術データハンドブック⁽⁶⁾にあるまとめ表及びプロジェクトデータを参考にし、縦軸には材料技術分野またはシステム／機器を示す体系分類を挙げ、横軸には表全体を表すサブカテゴリにおける広い範囲の技術（研究）課題を挙げている。

分類項目①でのプロジェクト情報をユーザがシステムに対話的に入力していくことでこれらのマトリックス情報がシステム内に蓄積される。以下では、各マトリックスの交点の枠を技術課題分野 $S(\text{subject})$ と呼ぶ。資料の各技術課題分野の上段は技術バリア、下段は波及効果を示す。また、技術課題分野に記述されている番号はプロジェクト番号を意味し、文献⁽⁵⁾のページに対応する。

分類項目③のノウハウ的知識とは、ここで挙げた各カテゴリ内での技術利用の関連知識とカテゴリ間にまたがる技術波及の関連知識である。

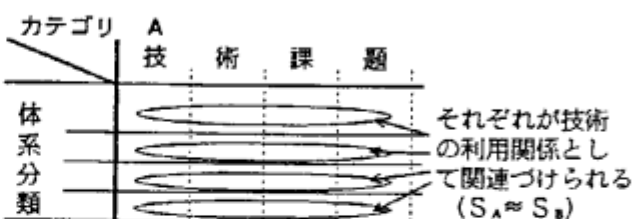


図2 カテゴリ内での技術の利用関係

各カテゴリ内では、表の縦軸の各体系分類項目〔同じ材料技術分野、又は同じシステム・機器分類等〕について、技術課題間に亘る技術の相互利用関係が考えられる。この関連知識だけでは技術の波及方向を決められないが、関連するプロジェクトを広く探索する際に利用できる知識である（図2）。

この同じカテゴリ内での技術利用の関連知識を表すために記号（ $\approx$ ）を用いる。

$S_A \approx S_B$: 技術課題分野 S_A と S_B が同じ体系分類

(材料技術分野又はシステム/機器)に分類されていることを表す。この場合、相互に技術を利用できる。

カテゴリ間には、その分類間の関係から技術の波及関係として方向を与えられる。我々の対象は省エネルギー技術開発プロジェクトであり、カテゴリが材料と機器/システムであるから、材料(資料(i))から機器/システム(資料(iii), (iv))への技術の波及関係を設定できる。しかし、カテゴリをさらに分類したサブカテゴリ間(機器/システム分類の資料(ii) 自然エネルギーと資料(iii) エネルギー有効利用)には技術の利用関係に方向を与えることは困難である。サブカテゴリの場合には、カテゴリ内の利用関係と同様、方向の決まらない技術利用の関連知識が導かれる(図3)。

この異なるカテゴリ間と異なるサブカテゴリ間の関連知識を定めるために記号($\triangleright$), ($\leftrightarrow$)を用いる。

$S_A \triangleright S_B$: 技術課題分野 S_A から S_B に向けて技術の波及関係があることを表す。

$S_A \leftrightarrow S_B$: 技術課題分野 S_A と S_B の間には、相互に技術の利用ができることを表す。



図3 カテゴリ間での技術の波及関係

カテゴリ/サブカテゴリ間の関連知識は、基本的にはあるカテゴリにおけるマトリックスの一つの交点の枠から他のカテゴリのマトリックスのどの交点の枠に技術波及できるかを表す。 $S_A \triangleright S_B$ の例を(資料iv-A)に示し、 $S_A \leftrightarrow S_B$ の例を(資料iv-B)に示す。これらの関連知識は、ハンドブック等の情報を参考にして、著者が専門家に代わって関連すると判断したものである。

各表の横軸で挙げられた技術課題は、分類項目①における技術課題分類情報に対応する。従って、対象とする研究開発プロジェクトが増えることで、この分類情報自体が増加し、分類表のマトリックスが拡張され、表の枠である技術課題分野 S が増加する。これが関連知識の増加につながり、評価支援システムがより広い範囲の技術の波及関係を扱えるようになる。

また、分類表の各枠(技術課題分野 S)の表す範囲が広い場合、各技術課題分野 S 内に含まれる技術要素間にも新たな技術波及関係を持たせることができる⁽⁷⁾。

次節及び5節では、本節で整理したプロジェクト情報や技術の波及関係を基本パターンとした技術波及規則および二種類の関連知識をもとに、技術波及規則を改良・拡張し、対象事例に対する分析と評価をまとめる。

4. 技術波及規則と適用例

始めに、技術波及規則1の改良とその適用結果をまとめる。次に新たな視点で基本パターンを見直し、規則の拡張を行い、その適用結果をまとめる。

4.1 技術バリアと効果による波及効果関係

各研究開発プロジェクトの技術バリアや波及効果はすべて分類項目③のマトリックスに分類されるため、プロジェクトは少なくとも一つの技術課題分野 S に含まれる。

この技術課題分野 S を用いることで、技術波及規則1の条件であった $E_1 = B_2$ を同じ技術課題分野 S に分類されるという条件 ($E_1 \in S_A$ & $B_2 \in S_A$) に置き換える。これにより、基本規則では同じ内容の技術であるかどうかを専門家が判断していたが、評価支援システム側で判断できるようになり、規則を適用し易くなる。

<<技術波及規則2>>

プロジェクト間の技術波及関係

$P1: B_1 \rightarrow E_1$, $P2: B_2 \rightarrow E_2$ において、 $E_1 \in S_A$ & $B_2 \in S_A$ (同じ技術課題分野) なら $B_1 \rightarrow$ 波及効果 $E_1 \rightarrow$ 技術バリア $B_2 \rightarrow E_2$ となり $P1$ から $P2$ への技術の波及関係から、 $B_1 \rightarrow E_2$ を導ける

【対象例】

○ 技術課題分野 S を資料(ii)「機器/システム分類(1)の自然エネルギー」における302c「太陽熱発電の蓄熱装置」とする。

注) ここで数字と英字記号のペアは、各表の技術課題が数字であり体系分類が英字記号である技術課題分野 S を表している。

プロジェクト P58: エネルギー自立住宅システム

P62: 蓄熱システム

P210: 電力負荷平坦化発電用蓄熱器 について

資料(ii) から

波及効果: E_{210} 「太陽熱利用の蓄熱に利用可能」 $\in S$,

技術バリア: B_{58} 「太陽熱等の総合利用技術」 $\in S$,

B_{62} 「高効率蓄熱槽」 $\in S$ であるから、

技術波及規則2を適用するとプロジェクト210 からプロジェクト58やプロジェクト62に、技術の波及関係があることがわかる。

次に技術波及規則2の条件を緩和し、より広範囲に適用できるように規則へ改良する。技術波及規則2での条件に分類項目③でのノウハウ的知識を用いる。この改良によって技術波及規則2よりもさらに広い範囲で技術の波及/利用関係を見つげられるようになる。

<<技術波及規則3>>

ノウハウ的知識を用いた広範囲の関連規則

$P1: B_1 \rightarrow E_1$, $P2: B_2 \rightarrow E_2$ において、
(a) $E_1 \in S_A$, $B_2 \in S_B$ であり、 $S_A \approx S_B$ であれば、
(b) $E_1 \in S_A$, $B_2 \in S_B$ であり、 $S_A \triangleright S_B$ であれば、
(c) $E_1 \in S_A$, $B_2 \in S_B$ であり、 $S_A \leftrightarrow S_B$ であれば、
 $B_1 \rightarrow$ 波及効果 $E_1 \rightarrow$ 技術バリア $B_2 \rightarrow E_2$ となり $P1$ から $P2$ への技術の波及関係から、 $B_1 \rightarrow E_2$ を導ける

これが、技術波及規則3である。

技術波及規則3(a)は、前節の分類表の同じ材料技術分野又は同じシステム/機器分類に割り当てられていることを条件としている。この条件では、技術の相互利用関係のみが決まる。従って、技術波及の方向づけは、関係づけの基本($E_1 \rightarrow B_2$)で決められる。規則3(b)では、これに加えて、既にカテゴリ間が波及関係としての明確な方向を持つため、導かれる結果の方向づけは、(a)の場合よりも確実である。規則3(c)は、(a)と同じく関係づけの基本で方向が決める。従って、規則適用の結果からの支援効果は、(a)や(c)よりも(b)のほうが大きい。

【対象例】

☆ カテゴリ間の関連知識(c)を用いた場合

○ 資料(ii)から技術課題分野 S_A をc[蓄熱装置分類]とし、その分類から

プロジェクトP56:「家庭用トータルエネルギーシステム」

P58:「エネルギー自立住宅システム」

P62:「蓄熱システム」

P210:「電力負荷平坦化発電用蓄熱器」について

技術バリア: $B_{56} \in S_A$ と $B_{58} \in S_A$ と $B_{62} \in S_A$

波及効果: $E_{210} \in S_A$ を取り出し、

資料(iii)から技術課題分野 S_B をh[蓄熱器分類]とし、その分類から、プロジェクトP56、P210の他に、

プロジェクトP250:「化学反応を用いる蓄熱システム」について

技術バリア: $B_{56} \in S_B$

波及効果: $E_{210} \in S_B$ と $E_{250} \in S_B$ を取り出す。

資料(iv)-B から $S_B \rightarrow S_A$ であり、 S_B に波及効果を取り、 S_A に技術バリアを取ることで技術波及の方向が決まる。

従って、技術波及規則3を適用することで、

プロジェクト250 からプロジェクト58やプロジェクト62に技術の波及関係があることがわかる。

技術波及規則3の(a)や(b)はそれぞれが、技術波及規則2を改良し、柔軟にしたものであるが、さらに規則の適用範囲を広げるために、この(a)と(b)の二つを組み合わせることで、新たに改良された技術波及規則4が導ける。

<<技術波及規則4>>

ノウハウ的知識を組み合わせた関連規則

$P1: B_1 \rightarrow E_1$, $P2: B_2 \rightarrow E_2$ において、 $E_1 \in S_A$, $B_2 \in S_B$ であり、 $S_A \approx S_A'$ & $S_B \approx S_B'$ のとき $S_A' \supset S_A$ であれば ($S_A \approx \supset \approx S_A$) $B_1 \rightarrow$ 波及効果 $E_1 \rightarrow$ 技術バリア $B_2 \rightarrow E_2$ となり $P1$ から $P2$ への技術の波及関係から、 $B_1 \rightarrow E_2$ を導ける

本事例では、この規則での対象例は見つからない。

また、分類表のプロジェクト情報の関係から、新たに波及効果を類推することも可能である⁽⁷⁾

4.2 技術バリアだけに注目した関連技術関係

一般に研究開発プロジェクトには、全く新しい技術を開発するものやこれまでに在る技術を統合したり、改良

する立場のものなど様々なプロジェクトがある。対象とするプロジェクトによっては、技術バリアは十分に検討されるが、波及効果ははっきりしないものや抽象的なキーワードで便宜的に考えられる場合が多々ある。したがって、これまでの規則のように技術バリアと波及効果を同等に扱って分析することは困難な場合がある。このような場合でも、研究開発プロジェクトを評価できるように、技術バリアに注目した規則を構成する。技術バリアは、プロジェクトの開発対象であるため、それ自身をプロジェクトの最小の波及効果と見なすことができる。

各プロジェクトの技術バリアだけで一般形を表す。

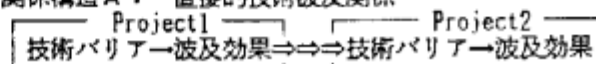
$P_n: B_{n1}, B_{n2}, \dots, B_{nm} \rightarrow B_{n1}, B_{n2}, \dots, B_{nm} (m \geq 1)$

ここで、 P_n : プロジェクト名、 B_{nm} : 技術バリア

この一般形では、各技術バリアがその波及効果自身になっている。従って、このパターンを用いて分析する場合は、以前の基本パターンで問題となっていた、必ずしも適切でない情報が導かれることが少ない。

これは、図4のようにこれまでの技術波及規則1~4で基本にしていた関係構造Aを関係構造Bに置き換えて対応させることである。

関係構造A: 直接的技術波及関係



関係構造B: 互いに関連した技術を持つ関係

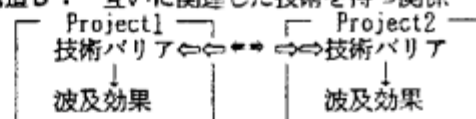


図4 技術波及規則のための基本関係構造

この場合は、図4からもわかるように、これまでのように方向づけとして波及効果*技術バリアを基本にできない。しかし、研究開発プロジェクトの関係として、互いに関連した技術を持つ他のプロジェクトの存在を知ることができる。これは評価支援機能の一部として重要である。さらに、この技術の関連に対してノウハウ的関連知識の1つ(D)を用いることで技術波及としての方向が規定できれば優れた評価支援システムとなる。

この関係構造Bに従い、分類項目③での技術課題分野Sの情報を活用し、研究開発プロジェクト間の関連技術関係とした基本的規則が技術波及規則5である。

<<技術波及規則5>>

プロジェクト間の関連技術関係

$P1: B_1 \rightarrow E_1$, $P2: B_2 \rightarrow E_2$ において、各プロジェクトの技術バリアが同じ技術課題分野に含まれる ($B_1 \in S_A$ & $B_2 \in S_A$) とき、 $P1$ と $P2$ には関連技術関係を考えられる ($P1 \rightarrow P2$)。

技術波及規則5では、技術バリアが同じ技術課題分野Sに含まれているプロジェクトの関連技術関係を示して

いる（技術波及規則2に対応）。

同一の技術課題分野Sに含まれている技術バリアは対象としている技術課題が同一で、同じ材料技術分野、又は同じシステム／機器分類を対象にしていることから、共通性が高い。従ってこの技術バリアに関しては、互いのプロジェクトで克服した技術や成果を移行できる可能性が十分考えられる。

【対象例】

○ 資料(ii)において301c「太陽熱に関する蓄熱装置」を技術課題分野S_Aとする。

プロジェクト P56:「家庭用トータルエネルギーシステム」

P58:「エネルギー自立住宅システム」

P62:「太陽熱利用蓄熱槽」について、

技術バリア B₅₆:「蓄熱槽の小型化、蓄熱率の向上」∈ S_A、

B₅₈:「太陽熱等の総合的利用技術」∈ S_A、

B₆₂:「高効率蓄熱槽」∈ S_Aである。

この技術波及規則5を適用すると、太陽熱の蓄熱に関する観点からプロジェクト56、58、62が関連することがわかる。

この技術波及規則5では、同一の技術課題分野Sに分類される技術バリアに注目しているが、このように技術バリアとして共通なものを持つプロジェクトが多数存在する場合には、その共通の技術バリアだけを取り出すことで新しく要素的プロジェクトの導出を検討できる。これらの情報を示すことも評価支援の一つの効果である。

さらに、カテゴリ内及びカテゴリ間の関連知識を用いることで、技術波及規則5の条件を緩和した規則を設定できる。これが、技術波及規則6である。

<<技術波及規則6>>

カテゴリの関連知識を用いた広範囲の関連技術関係

P1: B₁ → E₁, P2: B₂ → E₂において、

(a) B₁ ∈ S_A & B₂ ∈ S_Bであり、S_A ≈ S_Bであれば、

(b) B₁ ∈ S_A & B₂ ∈ S_Bであり、S_A > S_Bであれば、

(c) B₁ ∈ S_A & B₂ ∈ S_Bであり、S_A < S_Bであれば、

P1とP2で、(a)と(c)の場合、関連技術関係(P1 → P2)。

(b)の場合、波及関係として方向が示される(P1 → P2)。

関連技術関係では、その適用範囲を広くし、様々な観点からの情報を示す必要がある。技術波及規則6(a)では、適用範囲を同一の技術課題分野から、同じ材料技術分野、又は、同じシステム／機器分類へ対象を広げている。この結果、関連する技術・成果の利用の方向づけは行えないが、より広い範囲で、関連技術を探索できるようになる。(c)も同様である。技術波及規則6(b)は、適用範囲の拡張でなく、関連する技術・成果の利用の方向づけに焦点を当てて探索するものである。何れの場合も、評価支援システムの充実した機能として必要な視点である。

【対象例】

(b)の場合:

○ 資料(i)の103c「排熱利用に関する潜熱蓄熱材」を技術課題分野S_Aとし、資料(ii)の301c「太陽熱冷

暖房システムの蓄熱装置分類」を技術課題分野S_Bとすると、資料(iv)-AによりS_A > S_Bである。ここで、

プロジェクト P56:「家庭用トータルエネルギーシステム」

P58:「エネルギー自立住宅システム」

P62:「太陽熱利用蓄熱槽」

P54:「地域集中冷暖房蓄熱システム」に対して、

資料(i)から

技術バリア B₅₄:「潜熱蓄熱材の開発」∈ S_A

資料(ii)から

技術バリア B₅₆:「蓄熱槽の小型化、蓄熱率の向上」∈ S_A、

B₅₈:「太陽熱等の総合的利用技術」∈ S_A、

B₆₂:「高効率蓄熱槽」∈ S_Bである

そこで、これらに技術波及規則6を適用することでプロジェクト54からプロジェクト56、58、62に技術の波及関係があることがわかる。

また、技術波及規則6の視点を統合することでさらに新しい技術波及規則を導ける。この規則では、広い範囲で関連技術を探索し、さらに関連する技術・成果の利用の方向づけを行う。

<<技術波及規則7>>

カテゴリの関連知識を用いた関連技術波及関係

P1: B₁ → E₁, P2: B₂ → E₂において、

B₁ ∈ S_A & B₂ ∈ S_Bであり、S_A ≈ S_B & S_A ≈ S_B'のとき、

S_A' > S_B'であれば(S_A ≈ S_B' > S_B)となり、

P1とP2には関連技術の波及関係が示される(P1 → P2)。

【対象例】

○ 資料(i)の101b「太陽熱利用の断熱材」をS_A'とし、資料(ii)の302c「太陽熱発電の蓄熱装置」をS_B'とすると、資料(iv)-AからS_A' > S_B'となる。ここで、資料(i)の100b「一般技術課題の断熱材」をS_Aとし、資料(ii)の301c「太陽熱冷暖房用の蓄熱装置」をS_Bとすると、各表よりS_A ≈ S_A' & S_B ≈ S_B'であることがわかる。

プロジェクト P56:「家庭用トータルエネルギーシステム」

P58:「エネルギー自立住宅システム」

P62:「太陽熱利用蓄熱槽」

P98:「電子制御式高圧調理器」

P96:「真空断熱高温調理器」

P82:「冷蔵庫用高性能断熱材」に対して

資料(i)より

技術バリア B₉₈:「耐熱性材料の開発」∈ S_A、

B₉₆:「耐熱・耐久性のある断熱材の開発」∈ S_A、

B₈₂:「低温用高性能平板真空断熱材」∈ S_A、

資料(ii)より

技術バリア B₅₆:「蓄熱槽の小型化、蓄熱率の向上」∈ S_B、

B₅₈:「太陽熱等の総合的利用技術」∈ S_B、

B₆₂:「高効率蓄熱槽」∈ S_Bである

したがって、これらに技術波及規則7を適用すると

プロジェクト98, 96, 82からプロジェクト56, 58, 62に關連技術の波及関係があることがわかる

5. 考察

前節の結果をまとめて、ネットワーク化したものが図5である。

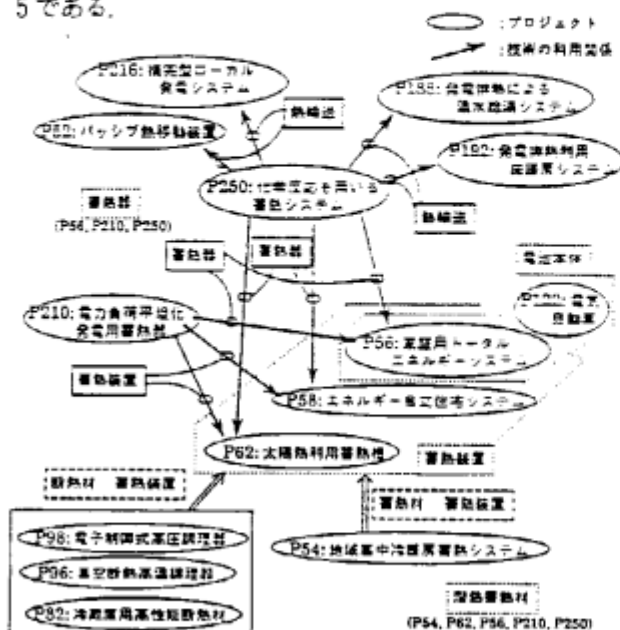


図5 対象例の技術関連ネットワーク (一部)

図5は、蓄熱に関する部分のネットワークを取り出したものであるが、特に、プロジェクト250が蓄熱だけでなく熱輸送としての技術波及が考えられることや、蓄熱装置の観点での関連技術関係等が明確にされている。さらにプロジェクト98, 96, 82やプロジェクト54から蓄熱装置類のプロジェクト関連群に技術波及の関係が示されている。

評価支援システムが提示する技術波及規則の適用結果には、専門家から見れば規則を適用するまでもなく明らかなものや、見当違いなものも含まれる場合がある。これらの結果は、分類項目③に対する関連知識の明確さ、精密さに大きく依存している。この関連知識が専門家の描いている構成を反映していれば、技術波及規則の適用結果として、広範な技術関連情報が得られ、その専門家が行う評価を効果的に支援できる。

本稿で示した限られたプロジェクト群でも様々な評価結果が得られている。したがって、研究開発プロジェクトの数や対象とする専門領域を拡大させることで、この支援システムの評価機能が十分発揮できる。

6. まとめ

専門家が研究開発プロジェクトを評価する際に必要とするものは、様々な観点から考えられるが、一般には分類項目①に対応する各情報についての分析結果である。

例えば、研究開発目標の困難さ、効果の度合、開発期間やコスト等と効果との比較などである。

最終的な評価に結びつけるためには、これらすべてを

総合的に分析できる機能を確立する必要がある。

本稿で示した評価支援システムは、3節で述べた通り、研究開発活動の評価として重要な波及効果に注目し、4節や5節で数例を示したように、評価活動に必要な情報を提示することがわかった。波及効果を重視した評価としては、満足できる結果が示されている。本稿で示した知識ベース利用を中心とした評価支援システムの枠組みは、研究開発プロジェクトに限らず一般的に利用できるものである。今後は、プロジェクト情報の中で取り上げなかった残りの情報による評価活動を検討し、評価支援システムとしてさらに発展させていく。

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、数々の助言を下された電機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、貴重なコメントを頂いた富士通国際研の榎本所長に感謝いたします。

材料分類(1): カテゴリ		資料(i)		
熱的機能: サブカテゴリ		すべて技術バリエーション		
記号	材料技術分野	太陽熱利用	排熱利用	一般(その他)
a	蓄熱材	60		
a1	潜熱	62	54	210
b	熱伝導材			96, 98, 82
...	...			

機器/システム分類(1)		資料(ii)	機器/システム分類(2)		資料(iii)
自然エネルギー		太陽熱冷暖房システム	エネルギー有効利用		エネルギー有効利用
記号	システム No.	太陽熱冷暖房システム	太陽熱発電	記号	システム No.
c	蓄熱装置	56, 58, 62 210	58, 62 210	b	蓄熱器
...	...			...	...

カテゴリ/サブカテゴリ間の関係		資料(iv)-A	資料(iv)-B
左から右に技術の利用関係 ($S_A \rightarrow S_B$)		材料 資料(i)	機器/システム 資料(ii)
		技術課題 題分野	技術課題 題分野
		101a	302c
		103a	301c
		101b	302b, 302c
		...	...
		機器/システム 資料(iii)	機器/システム 資料(iii) エネルギー有効利用
		システム機能分類	システム機能分類
		c (蓄熱装置)	b (蓄熱器)
		...	...

- 【参考文献】
- 1) 日本産率協会、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、道藤、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、システム化技術研究計画の評価技法、富士通・国際情報社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) 財団法人エネルギー総合工学研究所、エネルギー技術の確立調査成果報告書、プラント技術編、1985年 3月
 - 7) 片山、戸田、プロジェクト研究評価支援システム、日本プロジェクト学会第4回大会論文集、1987年 pp. 443-446