

— 通商産業大臣賞 —

論文名 研究開発段階における創造活動の効率化とビジュアル化

— アイデア展開図によるアイデア発想法 —

社団法人 日本バリュー・エンジニアリング協会

株式会社 荘原製作所 桜井 敬三

桜井 敬三（さくらい けいぞう）

昭和24年生れ。東京理科大学工学部卒。47年¹荘原製作所入社、見積・設計・研究開発・資材外注指導業務を経て、現在VE推進センター主任。Certified Value Specialist.

現住所：杉並区方南1-46-2

(著者からのひとこと)

名誉ある賞をいただき大変感激しております。社外発表を許してくれた上司、論文を評価していただいた諸先生方に心よりお礼を申し上げます。これを一つのステップとし、今後共世の中に役に立つ仕事をし続けたいと思います。



(論文要旨)

今日、企業が生き残るために、技術的にすぐれ差別化された新製品を他社に先がけ世に出し、市場で有利な状況を作り出すこと以外にはない。そこで、各社とも新製品開発に鎬を削り、相当な労力と金を費やしている。然しながら、この新製品開発は、創造活動が中心のため必ずしも効率的推進がなされていないのが実状である。

そこで、アイデアマンのアイデア発想内容分析をもとに、アイデア展開図によるアイデア発想法を開発し、アイデア発想の効率化と創造活動のビジュアル化を実現した。

本発想法の特徴（基本的考え方）は、次の4点である。

- (1) アイデア発想のキーワードとして機能表現（名詞+動詞）を使い、斬新なアイデア発想を可能とする。
- (2) アイデア発想は、ただ漠然と発想するのではなく利用できそうな基本的手段に絞って発想し効率化をはかる。
- (3) 出されたアイデア（基本的手段）は、その原理を追求し、利用できるか否かを判断する。
- (4) さらに具体化するため、アイデア発想のキーワードとして原理を機能表現し具体的手段をたくさん発想する。

以上をもとに、実務で適用するため、VE的アプローチも加味したアイデア発想法として手順化をはかった。又、手順を踏む過程でアイデア展開図を作成することにより、創造活動プロセス（着想から具体化まで）のビジュアル化が可能となつた。

(生産)

研究開発段階における創造活動の効率化とビジュアル化

——アイデア展開図によるアイデア発想法——

社団法人 日本バリュー・エンジニアリング協会

株式会社 荏原製作所 桜井 敬三

1. はじめに

今日、企業が生き残るために、技術的にすぐれ差別化された新製品を他社に先がけ世に出し、市場で有利な状況を作り出すこと以外にはない。そこで、各社とも新製品開発に鎬を削り、相当な労力と金を費やしている。然しながら、この新製品開発は、創造活動が中心のため必ずしも効率的推進がなされていないのが実状である。これは、研究開発段階の着想からアイデア具体化までのプロセスが明確化されていないためである。

また、近年製品のライフサイクルが短かくなっていること及び低成長経済になってきたことから、新製品開発の失敗による大幅なやり直しが、企業にとって致命的な打撃となりかねない状況にある。

この意味からも、創造活動（着想から具体化まで）の効率化とビジュアル化による正しい意思決定が望まれるところである。本論文では、これを実現するためアイデア展開図によるアイデア発想法（SK法）を開発し、実務で実践し成果を上げているので紹介する。

2. 本アイデア発想法の開発経緯

(1) アイデアマンのアイデア発想内容の分析

当社では、毎年開発VEセミナー出席者（研究開発技術者）を対象に受講後、指定したキーワードから連想する事柄を書いてもらい、これをアイデア発想ヒント集としてまとめ、全社へ配布し新製品開発のヒントに役立てている。このヒント集に記載された事柄を整理してみた。

まず、連想内容を、単純・結果・手段・原理・飛躍の5つの連想に分類した。それぞれの定義及び事例は、表1に示す通りである。次に、セミナー受講者を特

表-1 連想分類と事例

連想分類	定義	『写す』の場合の例
単純連想	○キーワードを使った日常的会話表現の連想 ○キーワードを含む概念の名詞化連想	山、湖、人物など 写生、写経、模写など
結果連想	○キーワードを行うことで得られる結果の連想	写真、カセットテープ 映画、ビデオテープ 版画、絵画など
手段連想	○キーワードを行うための手段の連想	写真機、カーボン紙 映写機、テープレコーダ、鏡、鉛筆など
原理連想	○キーワードを行うための原理の連想	反射、化学合成、磁気 焦点、光、感光 声帯信号など
飛躍連想	○キーワードと直接的関係を持たない連想 (関連したキーワードからの連想)	『真似る』→親子 『見る』→夢 『学ぶ』→勉強、机

特許出願件数で層別し連想分類との相関関係を分析してみた。

その結果、次の4つことがわかった。

- ① 特許出願件数の多い人は、手段・原理・飛躍連想件数合計比率が、単純・結果連想件数合計比率より高い。
- ② 特許出願件数の少ない人は、逆に、単純・結果連想件数合計比率が高い。
- ③ 連想する順番は、一般的にまず単純連想からはじまり順次、結果・手段・原理・飛躍連想へと移行する。
- ④ 研究開発に従事した期間の長い技術者ほど、連想件数が増え、かつ、手段・原理・飛躍連想件数合計比率が高くなる。

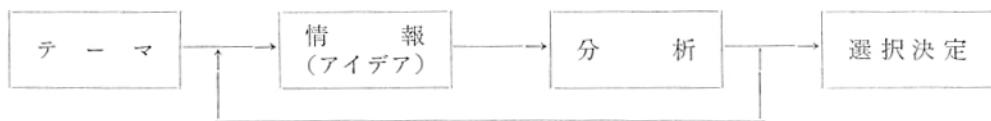
以上のことから、特許出願をアイデア具体化の究極的結果と見れば、成果のあがるアイデアを発想するためには、意識的に、手段連想と原理連想を行うことが効果的であると言える。尚、飛躍連想は、関連キーワードに対する連想であることから、これを除外することとする。

(2) アイデア発想具体化プロセス

我々が、アイデアを発想する時には、テーマに対して、まず役に立ちそうな情報（アイデア）をいっぱい集め、次にそれらの機能・特性・特徴などを分析し、

テーマに役立つものかを判断する。そしてアイデアを具体化するには、さらに詳しい情報を集め、それらが役立つかを分析しながら最終的に最適な案を選択決定するのである。（図1）

図-1 アイデア発想の具体化プロセス



ここで、(1)項の分析結果と照し合わせると効率的なアイデア発想の基本的な考え方方が明らかになる。

情報=利用できそうな手段を考える。（具体化）

分析=使えそうな原理を考える。（概念化）

(3) アイデア発想具体化プロセスの問題点

ここで、アイデア発想具体化プロセスの問題点を指摘しておきたい。

①アイデアの具体化は、それに行きつく過程が明らかにされない場合が多い。

これは、アイデア発想が個人あるいは少人数の研究開発技術者の頭の中で処理されているためで、具体化された結果しか見えないのである。これを、ビジュアル化する必要がある。

②アイデア発想は、制約条件を無視し、奇想天外なアイデアをたくさん出し、その中から良さそうなものを探し出すのが鉄則である。しかし、あまりにも発想範囲を広げすぎると、無駄な労力を費やすこととなる。特に企業においては、ある程度、的を絞った発想が望まれるところである。

③どんなにたくさん情報（アイデア）を集めても、その中から利用できる原理などが明らかにならないとなかなか、具体化には至らないのである。

④特に、当社のような生産財（産業機械）メーカーの場合、感覚的なアイデア発想をもとに製品化することは、きわめて難しい。それより、手段や原理をいっぱい連想し、それを体系化し、その組合せや応用を考え、最適なものを選択決定する方が実用的である。

3. アイデア展開図によるアイデア発想法とは

(1) 基本的考え方

以上述べた(1)～(3)項を踏まえ、アイデア展開図によるアイデア発想法を開発し

た。その基本的考え方は次の通りである。

① アイデア発想のキーワードとして機能表現を使う。

VEでよく使う『名詞+動詞』で表わす機能表現をアイデア発想のキーワード（アイデア発想機能と呼ぶ）とする。名詞部は、アイデア発想の制約になるが、テーマを絞り、効率的なアイデア発想を行う上では、有効と考えられる。尚、動詞部は、できるだけ抽象的な表現にするとよい。例えば、「紙を切る」ではなく「紙を分ける」といった具合である。

② まず利用できそうな『基本的達成手段』を探す。

①項のアイデア発想機能をもとに利用できそうな『基本的達成手段』をたくさん発想する。しかも、漠然と発想するのではなく、意識して手段連想を行うのである。ここで注意したいことは、既知の手段のみの列挙にならぬよう、利用できそうなものを洗いざらい出す必要がある。また文字だけで表現するのではなく、ポンチ絵も書き記すと効果的である。

『～』で『名詞+動詞』を行うという質問をするとよい。例えば『薬で紙を分ける』といった具合である。尚『～を利用』というイメージで発想するのもよい。

③ 次に『基本的達成手段』の『原理』を考える。

②項で出された『手段』は、利用できなうなだけで利用できるかどうかは、まだ定かではない。そこで、利用するとしたらどんなところが利用できるか、その『原理』を明らかにする必要がある。ここで『原理』とは、機能、特性、特徴なども含む広義の解釈とする。この原理は『名詞+動詞』の機能表現を使って表示する。これは、長ったらしい文章より、その『原理』を簡便に表現した方がわかりやすいこと、及びこの『原理』を次の具体化のためのアイデア発想のキーワードにするためである。

④ 機能表現された『原理』をもとに『具体的達成手段』を探す。

②項で出された『基本的達成手段』は、既知の手段を除いては、まだヒラメキや思いつきのレベルで具体的なイメージが明確ではないのが一般的である。そこで機能表現された『原理』をもとに『具体的達成手段』をたくさん発想する。この進め方は、②項と同じである。

⑤ ③項と④項を繰り返し実施し具体化する。

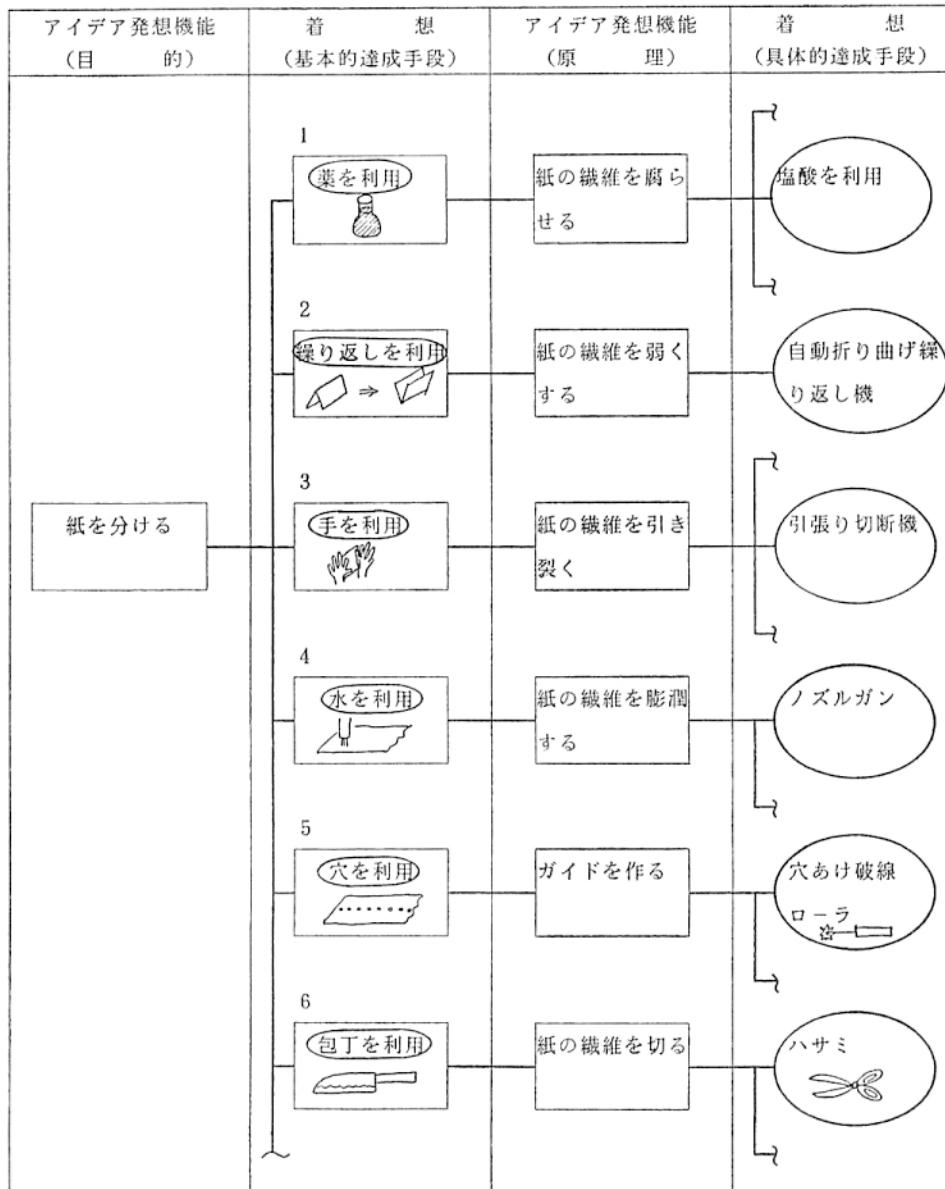
具体的なシステム構成品のイメージがはっきりするまで③項と④項を繰り返し

実施する。繰り返すごとに、具体化レベルが高くなるのである。

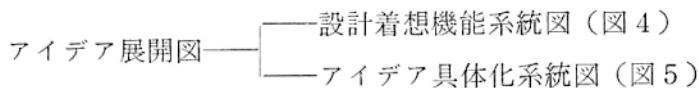
⑥ ①項～⑤項の実施過程をアイデア展開図としてまとめる。

以上述べた①項～⑤項を行う過程を、アイデア展開図として系統的に整理する。アイデア展開図の事例を図2に示す。ここで作図上のルールとしてアイデア発想機能（原理）は四角い枠で囲み、着想（手段）は丸枠で囲むこととする。

図2 アイデア展開図の事例



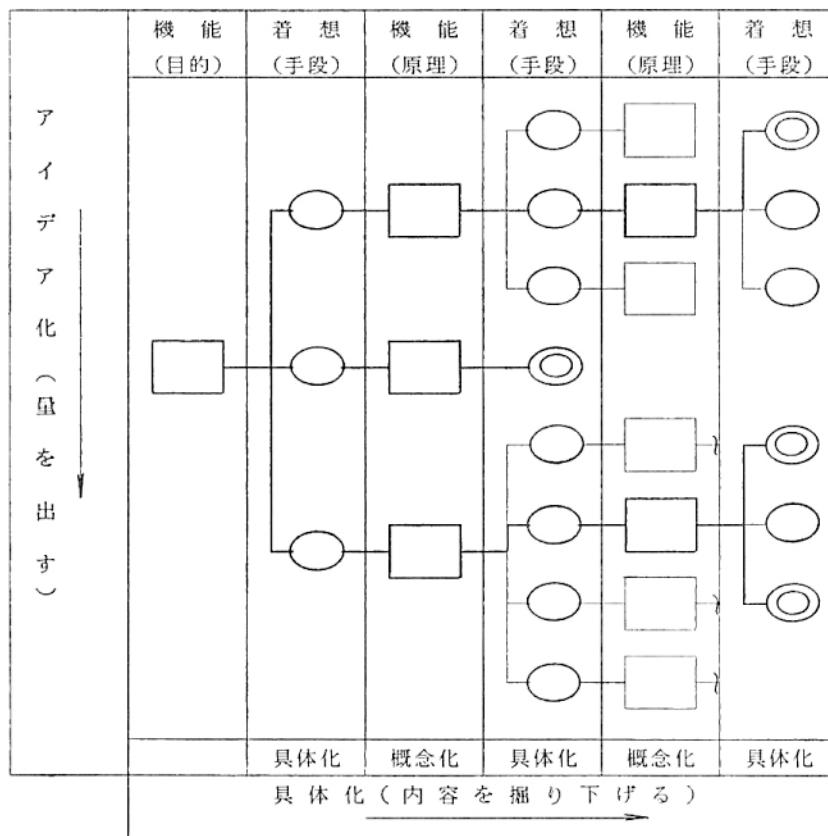
この四角い枠で囲んだもののみを系統的に整理した図を設計着想機能系統図と呼び、丸枠で囲んだものを系統的に整理した図をアイデア具体化系統図と呼ぶこととする。（図4、5を参照）尚、採用されたアイデア以外は破線で表示する。



(2) アイデア展開図の作成論理

本展開図の作成論理は、上位機能（又は着想）と下位機能（又は着想）の間に
 ①具体性、②代替性、③順序性の3つが同時に満足されていることが必要である。

図-3 アイデア展開図の作成論理



□ 枠：アイデア発想機能（機能表現）

○ 枠：達成手段

◎ 枠：システム構成品（ソフト含む）

太線部は、採用されたアイデア具体化プロセス

① 具体性

図3に示す通り、下位へ下がるほど、具体的になっている。白熱電球の例を図4に示す。

② 代替性

図3に示す通り、下位へいくほど末広がりとなっている。すなわち、上位を達成する手段として下位は複数存在するのである。これは、アイデア発想の原則であり、量を出すことを意味している。白熱電球の例を図4、図5に示す。

③ 順序性

最下位から順に上位を実現すれば、最終的に最上位の機能（目的）を達成できる。（図4、5参照）

図4 『光を出す』の設計着想機能系統図

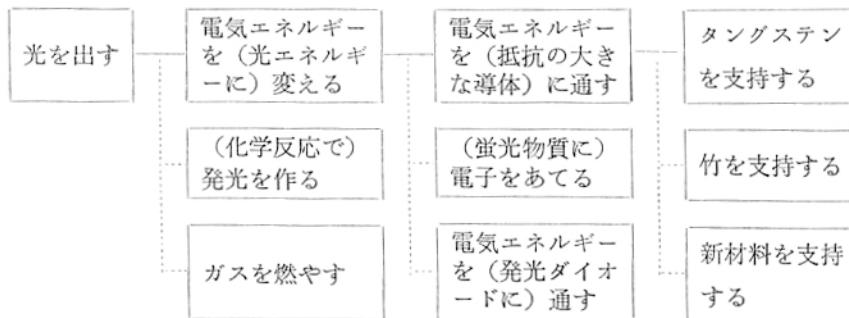
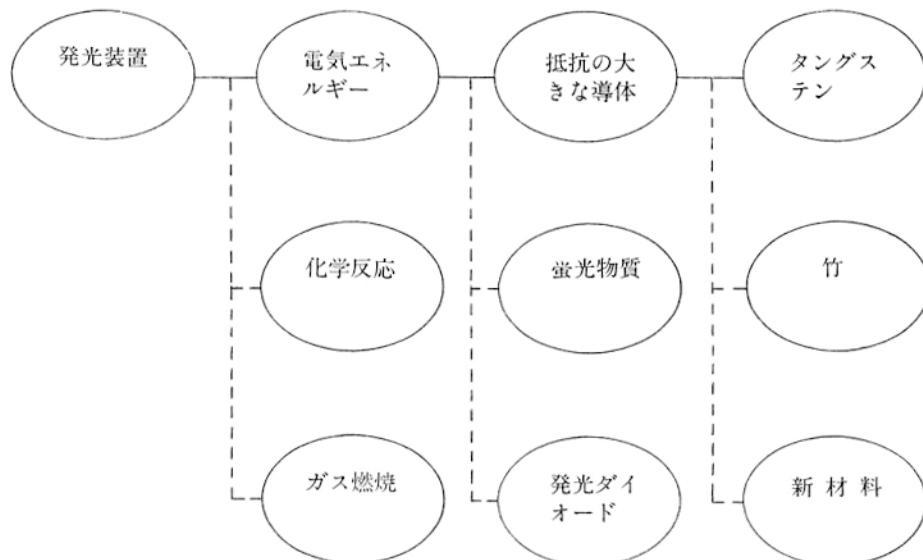


図5 『発光装置』のアイデア具体化系統図



(3) 本アイデア発想法の効用

本アイデア発想法の効用は、次の通りである。

- ① 機能表現をアイデア発想のキーワードとすることにより概念の抽象化がはかられ、即物的アイデアだけでなく斬新なアイデアをたくさん出すことができる。
- ② アイデア発想は、ただ漠然と発想するのではなく、利用できそうな基本的手段に絞って発想することによりアイデア発想の効率化がはかれる。
- ③ 出されたアイデア（着想、手段）は、一度原理へ変換し、利用できるか否かを判断し、さらに、その原理を機能表現で表わすことにより具体化アイデアを、出しやすくできる。
- ④ アイデア具体化プロセスは、アイデア展開図を作図することによりビジュアル化できる。これにより、正しい意思決定が可能となる。
- ⑤ 再検討の必要が生じた時には、設計着想機能系統図があるので最初からやり直すことなく、途中から着想の変更ができ、やり直しのリスクが少なくてすむ。
- ⑥ 設計着想機能系統図は、見方を変えれば、原理を系統的に整理した図である。これは、企業の技術ノウハウを記述した図ともなり、諸目的に活用できる。

4. アイデア展開図によるアイデア発想法の手順

3項の基本的考え方は、ご理解いただけたと思う。実務で適用するため、本アイデア発想法の考え方をVE的アプローチを加味し手順化をはかったので、以下、簡単に紹介する。

手順は、2通りである。1つはまったく製品が世の中に無い場合で、今1つは検討する製品が世の中に有る場合である。前者を新製品型、後者を既存製品型と呼ぶこととする。表2、表3に、各アイデア発想法の手順を示す。消音ボックスの実例も合わせて記入した。

新製品型、既存製品型を問わず、まずステップ1で、顧客要求の把握を行うこととしている。これは、メーカーで開発するものはすべて、売れる 것을前提としているからである。ステップ2以降は、世の中に製品があるかどうかでその進め方が異なる。前者の新製品型の場合（表2）は、3項の基本的考え方へ従った手

表-2 アイデア展開図によるアイデア発想法Ⅰ（新製品型）

ス テ ッ プ	活 動 の ポ イ ン ト	消音ボックスの実例
【ステップ1】 目的機能の明確化	顧客が何を望んでいるのか、顧客要求を擱む。（顧客要求の把握）	音を小さくする。
【ステップ2】 基本的達成手段（着想）の発想	メーカーが目的機能（顧客要求）を達成するためどう応えられるか、その基本的達成手段を発想する。	○吸音を利用 ○反射を利用 ○干渉を利用する
【ステップ3】 原理（アイデア発想機能）への変更	基本的達成手段の原理を明らかにし機能表現で現わす。	○音を吸収する ○音を遮断する ○音を合成する
【ステップ4】 具体的達成手段（着想）の発想	アイデア発想をもとに、具体的達成手段を発想する。	○多孔質材を利用 ○壁で覆う ○定在波を利用
	具体的なシステム構成品のイメージがはっきりするまで ステップ3とステップ4を繰り返し実施する。	図6を参照
【ステップ5】 アイデア展開図の作成	ステップ1～4の活動をもとに、アイデア展開図を作成する。	図6を参照

（注）消音ボックスがまだ、世の中にはないことを前提として実例を記載した。

表-3 アイデア展開図によるアイデア発想法Ⅱ（既存製品型）

ス テ ッ プ	活 動 の ポ イ ン ト	消音ボックスの実例
【ステップ1】 目的機能の明確化	顧客が何を望んでいるのか、顧客要求を擱む。（顧客要求の把握）	音を小さくする。
【ステップ2】 基本的達成手段（着想）の確認	メーカーが現在目的機能（顧客要求）を達成するためどう応えているか、その基本的達成手段を明らかにする。	消音室をつくる。
【ステップ3】 システム構成品の調査	基本的達成手段を果たすため、最少限必要となるシステム構成品を調査する。	○吸音材 ○遮音カバー ○膨張空間
【ステップ4】 基本機能の抽出	システム構成品の基本機能を抽出する。	○音を吸収する ○音を遮断する ○音を合成する
【ステップ5】 設計着想機能系統図の作成	基本機能をもとに、設計着想機能系統図を作成する。 (アイデア展開図は、作成しない。)	図6のアイデア発想機能を系統的に整理した図を作成
【ステップ6】 変更アイデアの発想	特定の機能（アイデア発想機能）をもとに、変更アイデアを発想する。（アイデア発想法1のステップ3と4を繰り返す）	

順なので、ここでは、説明を省略する。後者の既存製品型の場合（表3）について少し説明する。ものがすでに存在するので基本的達成手段を果たす最少限必要なシステム構成品の基本機能を抽出整理するのである。（ステップ2～5）これは、いわゆる2nd Look VEの機能分析法の簡便型である。ここで注意したいことは、次の2点である。

○システム構成品は、3～6品程度に絞る。（絞れない場合は、ユニット、アセンブリー単位で考えるとよい。）

○システム構成品の原理フローを書いてみると2つ以上の構成品の複合機能が抽出できる。

そして、次に、新製品型の場合のステップ3、4を繰返し行ない改良のためのアイデア発想を行うのである。尚、既存製品型の設計着想機能系統図の作成は、短時間（通常1時間程度）ですむ。

5. アイデア展開図の実践的適用例

本アイデア発想法により作成したアイデア展開図は、研究開発段階のアイデア具体化プロセスをビジュアル化したもので、研究開発の意思決定をする上で大いに役立っている。さらに、次のような使い方も行って成果を上げつつある。

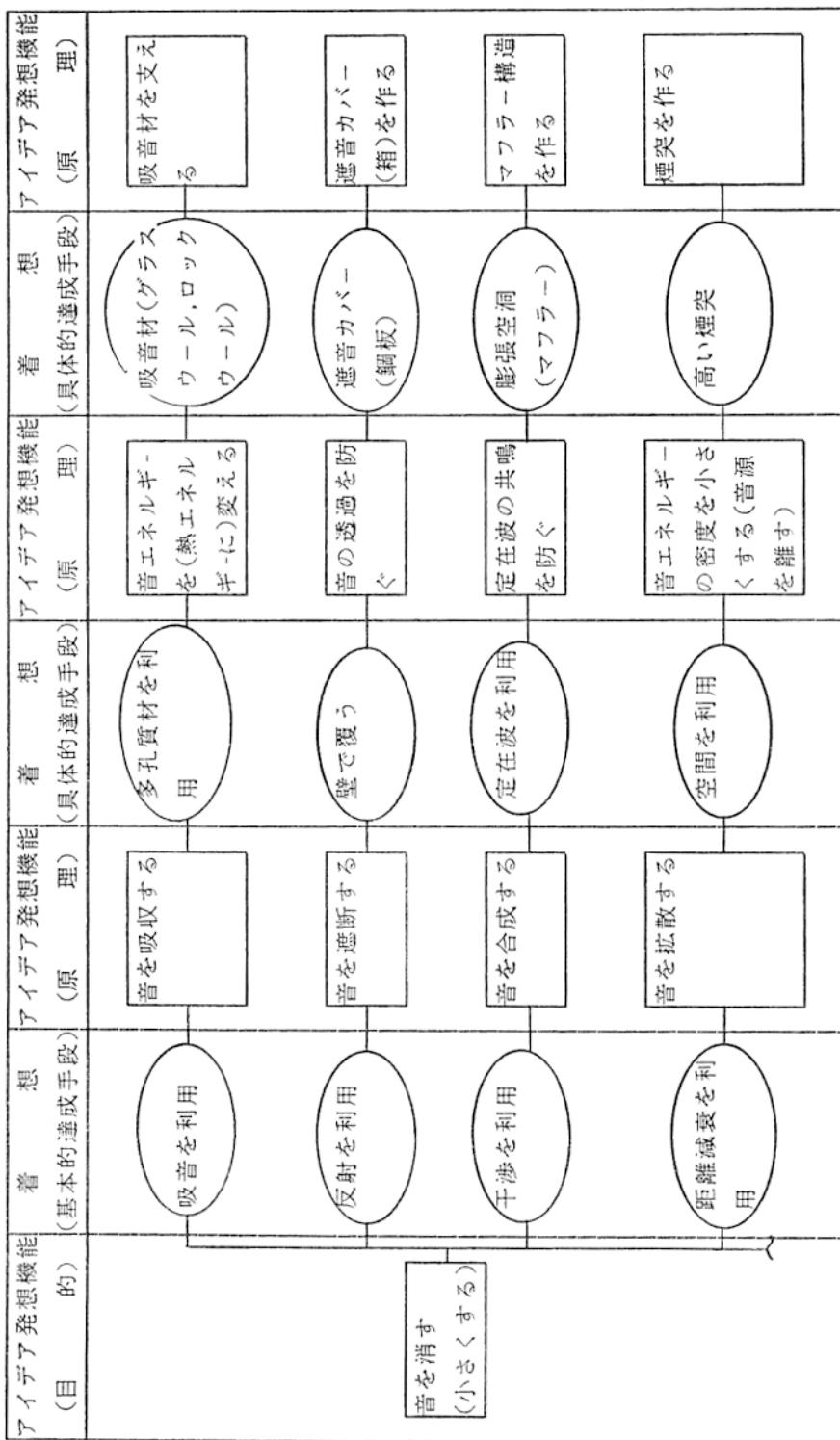
(1) 原理を説明する原理系統図

図6は、消音原理のアイデア展開図のごく一部である。実際には、消音効果の設計データも記載されている。これは、音を消す方法として当社が持っているノウハウを整理したものである。これががあれば、消音装置を設計する際、どの手段を組み合せたらよいかをすぐ検討できるのである。尚、新しい技術が開発された時には追加記入される。

(2) 基本機能コストが全コストに示める割合の分析

表3の手順を使って、既存製品の設計着想機能系統図を作成し、基本機能別コスト分析を行ない、全コストに示める基本機能コスト比率を算出するのである。例えば基本機能コスト比率が80%ある製品を対象に、40%のコスト低減を目標とするプロジェクト活動があったとする。この場合、現状の基本的達成手段を認めるとすると、どんなに努力しても20%のコスト低減しかできない。そこで、抜本的改善が必要との認識をプロジェクトメンバーに持ってもらうのに役立つのである。

図-6 消音原理のアイデア展開図



(3) 特許情報の分析

特許や実用新案の公開公報内容分析を行うのにも、本アイデア展開図を作成するとわかりやすいようである。

(4) 異分野技術者との共同開発時のツール

新規性が高く、複雑なシステムの開発テーマの場合、異分野技術者が一同に会いし、それぞれの専門知識を提供し、アイデア発想する必要が生じる。こんな時活用すると大変効果的である。尚、ブレーンストーミング法と併用すると、いっそう効果的である。

6. K J法/NM法との比較

比較を行うため、アイデア展開図による本アイデア発想法をSK法と命名する。(S(手段・原理を)K(考える)法)表4に比較一覧表を示す。

表4 K J法/NM法/SK法の比較

基本 ステップ アイデア 発想法	テー マ	情 報 集 め	分 析	気 付 く	具 体 化
K J 法	【テーマ決定】 現実の観察	【データ集め】 データをバラまく	【自在に置く】 データが語りかける	【気付く】 論理化	【文章化する】
N M 法	【K W】 キーワード(動詞)を用意する	【Q A】 過去の経験になぞらえる(I Sの中から) データ集め	【Q B】 観察する	【気付く】	【Q C】 アイデアにまとめる(論理化)
S K 法 (発想法I)	【ステップ1】 機能(名詞+動詞)で表現する	【ステップ2】 利用できそうなものを集める	【ステップ3】 原理を明らかにし機能で表現する	【ステップ4】 アイデア発想 具体化するまで繰り返し実施	【ステップ5】 アイデア展開図作成(アイデア具体化プロセスのビジュアル化)

(注) 中山正和著、『発想法のすべて』、産能大出版(1986年)を参照し、SK法を追加記入した。

K J法/NM法と、本質的な違いはない。但し、次のような特徴がある。

- ① テーマを明らかにするため『名詞+動詞』の機能表現を使う。
- ② 情報集めの段階から、利用できそうなデータしか集めないのである。尚、K J法は、最後まで都合の悪いデータを捨てないし、NM法は分析(Q B)以降で、都合の悪いデータは捨てるを基本としている。

- ③ 分析のステップで原理を明らかにすることで利用できるかどうか判断し、具体的アイデア発想のステップに進む。

以上の3点により、アイデア発想の効率化がはかれるのである。また、最大の特徴として、アイデア展開図を作成することにより、アイデア具体化プロセスのビジュアル化ができるのである。

7. おわりに

他社に先がけ、技術的にすぐれた新製品を出すことは並大抵の努力で、できることではない。

さらに今日、より複雑で高度な製品やシステムを研究開発する必要が生じて来ている。もはや、勘や経験にのみ頼った創造活動では対応できない。

そこで、創造活動の効率化とビジュアル化が求められている。本稿が、その目的の多少なりとも助けとなれば幸いである。