

宇宙開発委員会 評価指針特別部会（第２回）議事録

１．日 時 平成１３年３月１３日（火） １０：００～１２：３０

２．場 所 文部科学省別館 ５階 第２会議室

３．議 題

- （１）宇宙開発プロジェクトの進め方について
- （２）民間の研究開発及びプロジェクト管理から見た評価システム
- （３）科学技術社会論の観点から見た評価システム
- （４）その他

４．資 料

- 資料２－１ 今後の評価指針特別部会のスケジュール（案）
- 資料２－２ 宇宙開発プロジェクトの進め方について
- 資料２－３ 民間の研究開発及びプロジェクト管理から見た評価システム
- 資料２－４ 科学技術社会論の観点から見た評価システム

5 . 出席者

部会長 栗木 恭一
宇宙開発委員 長柄 喜一郎
 五代 富文

特別委員

市川 惇信、佐々木 誠、棚次 亘弘、樋口 清司、
藤垣 裕子、山之内昭夫

住友電気工業株式会社 技師長 村上 路一

6 . 議 事

(1) 宇宙開発プロジェクトの進め方について

樋口特別委員より資料 2 - 2 に基づいて、宇宙開発プロジェクトの進め方についての説明が行われ、質疑応答があった。

(2) 民間の研究開発及びプロジェクト管理から見た評価システム

住友電気工業株式会社の村上技師長より資料 2 - 3 に基づいて、民間の研究開発及びプロジェクト管理から見た評価システムの説明が行われ、質疑応答があった。

(3) 科学技術社会論の観点から見た評価システム

藤垣特別委員より資料 2 - 4 に基づいて、科学技術社会論の観点から見た評価システムの説明が行われ、質疑応答があった。

(4) その他

事務局より資料 2 - 1 に基づいて、今後の評価指針特別部会のスケジュール（案）の説明が行われ、質疑応答があった。

（ 質疑応答の内容は別添参照 ）

以上

宇宙開発委員会 評価指針特別部会（第2回）

平成13年3月13日（火）

【栗木部会長】 第2回の評価指針特別部会を開催します。

本日の議題は、宇宙開発プロジェクトの進め方、民間の研究開発及びプロジェクト管理から見た評価システム、科学技術社会論の観点から見た評価システムの3件です。

[事務局 配布資料確認]

（1）宇宙開発プロジェクトの進め方について

【栗木部会長】 1番目の議題は、宇宙開発プロジェクトの進め方についてです。宇宙開発事業団における宇宙開発プロジェクトの進め方の現状につきまして、樋口特別委員から御説明いただきたいと思います。よろしくお願いします。

【樋口特別委員】 いただいた表題が「宇宙開発プロジェクトの進め方」となっていましたので、「宇宙開発事業団の」をつけようかどうか悩んだのですが、宇宙開発事業団の話だけをしては周辺のことがわからないと思って、周辺の状況も含めています。NASA、ISAS、CNES等、国際的などこの宇宙機関も、今、宇宙開発プロジェクトの進め方で混迷のときといえますか、悩んでいる最中ですので、今後の議論に役立てばと思い、一般的な話も含めております。この資料は、私と私の下で評価を行っている館の共著です。

まず、宇宙開発プロジェクトは非常に大規模で、複雑で、しかもいろいろな広範な工業分野、最近ではライフサイエンスとか、医学とか、そういうことも含んできた非常にいろいろな分野を、マルチ・ディシプリナ分野の技術なり学問なりを使うということです。それから、宇宙開発事業団として30年やっていますが、まだこんなことかと思うことが起こって、経験という意味ではまだ非常に未成熟です。それから、もちろんコロンブスの卵のように、現象が起こってから気がつくことや、まだ宇宙空間で何が起こるか分からないことが幾つかあって、地上で全部シミュレーションできないという問題があります。その結果、コストと期間がかかります。それから、手戻りが起こります。

例えばロケットを1個作るのに80億円から90億円かかりますが、最後の段階で設計し直しとなると、ものすごい金がかかるわけです。そういうことで、アメリカの歴史においてシステムエンジニアリングという概念ができ、あるいはブ

プロジェクト・マネジメントの種々の手法が出てきたと思います。それを我々がまねして、勉強して宇宙開発事業団なりのやり方に変えてきております。御存じの方が多くと思いますが、初期のアメリカの本格的なロケットは、ドイツでフォン・ブラウンが作っては打上げて壊し、作っては打上げて壊しというので、手戻り、失敗の連続であったわけです。

これではかなわないというので、NASAではなくて、米空軍のエアフォース・システム・コマンド・マニュアルがあるのですが、そのマニュアルを基にした、非常に複雑なミサイルを開発して軍に配備するまでの手続を徹底的に書いた375という本があります。おそらくそれが最初の、今の宇宙開発の段階的に仕事をするという、その手戻りをいかになくして、コストと期間を決められた範囲でやりたいという願望でできた手続論です。最終的には軍で使うわけですが、誰がやっても同じ性能なり運用ができるものにしたいという思いがあります。アメリカ人らしく、ものすごく膨大な文章を作って、このフェーズド Project Planning という考え方にたどり着いたのだと思います。

基本的な考え方は、衛星を打上げるロケットを1回設計して物を作ってしまうて、打ってみて確かめようというのではなくて、設計に大きな問題があると最初からやり直しになるので、その手戻りをなくしたいというのが最大の目的だったようです。コストとスケジュールを下げたいというよりは、決めたスケジュールで確実にやりたいという意識が強かったようで、早くやりたいという意識のない考え方という気がします。

このフェーズド Project Planning (PPP) は、フェーズを区切って、そのフェーズごとにきちんと審査をして、最近では評価があるかもしれませんが、次のフェーズに行っていくかどうかを決めます。各フェーズで代替案を置いて次のフェーズに進むときに、後で決めます。一応、フェーズA、B、C、D、Eまで作る人もいますし、いろいろなパターンができております。基本的にはフェーズAで目的を定義して、その目的を実現できる複数のコンセプトを作ります。ですから、これはコンセプトを想像しますが、どんな概念のものなら目的は達成できるかについて複数の案を作ります。それから、そのシステムを成り立たせるキーになる要素技術を引っ張り出して、その要素の実現性の検討を始めます。

フェーズBになるとコンセプトが複数ありますから、それを1個に絞るというのが最大の仕事でして、サブシステムとかボディ・コンポーネントにおいて複数項あります。ここでの仕事は、目的に合った1個のシステムレベルの要求を決めるということです。例えば、2トン級静止衛星のためのロケットだということを主にして、残りは補助にしてみようとか、日本の90年代のロケットとしてどんなものがあるか、静止衛星をねらうのもいいし、地球観測衛星をねらうのもいい

です。大体2トン級の静止衛星のためのロケットをどうしようかというところをマネージャーが絞り込みます。例えばH-Aロケットと決めてしまう。ただし、1段、2段、3段をどうするかは、まだたくさんの複数案を持っています。キーの要素技術、大体的見通しをここで立てます。

それから、なかなか日本ではできないですが、アメリカですと複数の会社を使って競争させます。大変大きなプロジェクトにおいて、例えば50億円とか100億円位の契約を2社にやらせて競争させることまで、かつては行っておりまして、フェーズAやBでやめてしまうプロジェクトもたくさんありまして、日本ではせいぜい1個か2個ですが、アメリカではこのフェーズA、Bまで行って、これは見通しが無いと思うとやめてしまっている例もあります。

それからもう一つ、技術レベルによってはAやBは行わないでBから入るものもありますし、AからCに行く例もあります。Cに入ると基本的にはキーを1つ決めて、一目散にあるものを作ります。ここでシステム仕様書は固めたまま動かさないという形でいきます。これが硬直化して、フェーズC、Dで手戻りしないと言いながらも、作っている間にだめになって、C、Dの間にコスト・オーバーしていったという例は随分あって、本来の目的をなかなか達成していない例もあります。

一般論をお話ししましたが、宇宙開発事業団については小型ロケットを作って打上げて、結構、ミスをしていまして、1969年に宇宙開発事業団ができたときに、早く実用の衛星ロケットを作れるようにするために、アメリカから技術導入して早く追いつこうということで、この開発の手法として、システムエンジニアリングやマネジメントを全部勉強しました。当然、空軍やNASAとは組織も違いますし、規模も違いますので、段階的に開発を進めるという考え方は守りながら、かなりの部分を宇宙開発事業団流に直してきました。それにあわせて順次、マニュアルやハンドブックをアメリカに負けない位、文書は厚く作りました。新しい概念をどこまで足せたかというのは、いずれしっかり評価しなければいけないかと思っておりますが、形はかなり整い、混乱なく、いろいろな部署から集まった人たち、あるいはいろいろな企業が1つの統一した手順で仕事をするという意味では、かなり秩序立った仕事ができるようになりました。

ずっと言われ続けていることですが、宇宙開発事業団と仕事をすると、文書を作るために人数が増えてたまらないという意見があるのですが、下請も含めて300社、400社、あるいは主要企業だけでも7、8社使って、あるいは宇宙開発事業団の寄せ集め部隊のときに、この文書がなかったら、おそらく相当混乱したと思います。そのことによって抜けがなかったと思いますし、だれが何を行うか、あるいは今基本の設計のベースラインになっているのはどの数値かというの

は、必ずきちんと管理して行っていましたので、煩雑ではありましたが、間違いが少ないという意味ではかなり効果があった手法だと思っています。

それから、ちょうど70年代に石油のプラント等の、同等のかなり大規模なプロジェクトが出てきて、エンジニアリングということ意識して日本が仕事を始めたときに、この方法論を皆さんが勉強されて、他の分野に波及していったという意味では、若干の自負はあります。

ほとんどの仕事を同じ考え方で行ってまいりました。ただ、例えば放送衛星や通信衛星についてはフェーズA、BをユーザーであるNHKやNTTが行うという形があったものですから、宇宙開発事業団はCから引き受けるという、アメリカでは考えられない仕事の仕方をしたりしました。それから、ここのフェーズであまりお金が使えないものですから、複数社で設計の競争はさせたのですが、要素技術については2社で競争するという形は日本ではなかなかとれなくて、特化された企業に特化された技術を行ってもらおうという形で試作試験のものはほとんど1社でしかできませんでした。最近では、もっとお金や時間の問題があるので、前倒しでメーカーを決めてしまうことによって、こちらの仕事を早くやろうという発想をしています。

それから、段階的にシステムを詳細化していきますと、審査会を始終やります。この審査会を通じて、例えばシステム要求、サブシステム要求、部品材料を全部ここで決めてしまいます。製造設計の確認をするとか、試験結果の確認をするという格好で、審査会の労力と設計、試作の労力がほとんど拮抗する感じでありました。ただ、従来ですと、どこで何が決まったかわからないですが、ここで例えばサブシステム要求を決めるといったときに、あるサブシステムがまだ決まっていないということがわかりますので、審査会を行うことによって、全体を管理しているときにどこが欠けているとか、どこがうまくいっていないかということを確認することができます。日本の同一化した社会で、まあまあで行っていくことに対してけじめがつくという意味では、この審査会というのはものすごく意味があって、審査会を行うために資料を作るとことは、イコール、システムを決めていくという状況で、この審査会によって前に進んでいるところがありました。

ただ、これはものすごく煩雑で、おれは審査会のために設計しているのではないと怒る人もいて、その辺の問題はありました。

この辺から本音を話させていただきたいのですが、現状は、かなりたくさん問題があると思います。まず80年代は、アメリカに追いつくということでターゲットがはっきりしていて、それを確実にこなす、抜けなく行うという意味では、この方法は非常に効果的だと思っています。若干、煩雑で文書をたくさん作るとい

う意味では問題がありましたが、かなり文化の違う組織、企業と一緒にいる時に、相当効果を発揮しました。90年代にロケット、衛星の成功が続いて、日本もそこそこ追いついたという認識が出てきますと、もう少し安く行ってみたい、あるいは財政トップから見れば、いつまでこんな値段がかかるのだ、もっと安くしろ、外国はもっと安いぞとか、何でこんなにロケット、衛星は1個作るのに7年も10年もかかるのだという意見が出てきます。

あるいは周りの技術がすごく早く進みます。特に半導体がそうでした。フェーズCでほとんどの仕様が決まってしまう、ここから先に、4、5年あります。すると、その前までに宇宙用に認定した部品を使うと決めてしまいますと、半導体等は2世代か3世代古いものをそのまま衛星で使わざるを得ないという開発手法です。1回スペックを決めたら変えないという前提ですから、手戻りなしで行うということが前提です。

あとで具体的な衛星の例を見ていただきますが、物事をシーケンシャルに行うということを前提にしておりますので、前のフェーズが終わって確認しない限り、次の設計に入らないという手法です。すると、どんどん時間がかかってきますし、早く行うことができなくなります。もう一つは予算の問題があるのですが、以前はフェーズCとしてまとめて予算が来る状況がありました。フェーズBとしてまた予算がまとめてまいりました。フェーズBが終われば、フェーズCのお金はまとめて来ますから、宇宙開発事業団も企業も安心して使えました。しかし、最近は予算もいろいろな問題があって、EM（エンジニアリング・モデル）だけでも3分割して予算をとることになったりして、そのかわり早くPFM（プロト・フライト・モデル）もやりたいというので、どうしてもオーバーラップさせることになります。それから、PM（プロト・モデル）とFM（フライト・モデル）は性能も部品も同じですので、PMの寿命部品だけ入れかえて、そのまま打った方がいいだろうとして、試作試験を大体4回行っていたのを3回や2回にしています。

MDSという衛星は1回しか試作していません。そういうことを行って、PPPの概念から抜け出られないまま、手抜きをしているという非常に危険なことをやり始めております。なぜそうなったかといいますと、PPPは確実に抜けは少なかったが、技術革新の早い時代に、柔軟性がなく、スケジュールが非常に硬直化してたまらないと言っているいろいろなことを行っているのです。ほかに効果的な方法が見つからないという、非常に難しいところに差しかかっております。

過去の例として、昭和48年から52年にかけて行った通信衛星は、熱構造モデルのEMを作って、設計で評価してしばらくしてからPMでシステム試験を行いました。PMとFMは重なって見えますが、部品の手配が入ってしまして、こ

の試験が終わらない限り次の実験をやらないということで、きちんとシーケンシャルの良さもとれたし、時間も守っておりました。

もう一つの例は、フェーズ A、B がありません。基本設計だけです。NHK の CS は NTT がフェーズ A、B を行って、あとの開発フェーズを宇宙開発事業団が引き受けるといういかにも日本的なやり方をしました。

MOS - 1 はかなり独自の技術開発をやりましたので、基本設計に入る前に、要素試作なり BBM と言っている機能確認のための定量的なモデルを作り、これを全部シーケンシャルに行っております。重なっているように見えますが、部品の手配等が重なっているだけで、具体的な試験その他を重ねて行ってはいません。きちんと BBM、EM、PM、FM という 4 つのモデルを作って、各フェーズ、きちんと守って行っております。

この結果、MOS - 1 の寿命が来て、その後継機を作りたいというときには、この PM を改修して MOS - B として打上げております。そういうこともあって、PM と FM を別々に作るのはどうもコスト効率上よくないので、コスト削減のために、PM と FM を 1 つにして行ったのが ETS - です。これは PFM と称して 1 個しか作っておりません。御覧いただくとわかるように、だんだんスケジュールをオーバーランさせて、予算上のこと、あるいはスケジュールを何とか早められないかといって、このことイコール、裏返しで言うと、フェーズド Project Planning はシーケンシャルに段階的にスペックを詰めていくという内容がどんどん形骸化していった歴史の 1 つでもあります。

もっと激しいのは、これはアメリカのベター、ファスター、チーパーのやり方で、私は宇宙科学研究所のコンセプトだと思っているのですが、小さなものを早くやれというもので、ほとんどフェーズのプランニングになっていません。設計して、製作して、インテグレーションしてしまえ、要素はどこかでできているものを集めるということで、これはアメリカのベター、ファスター、チーパーの日本版を早くやろうとした例です。

そういういろいろな試行錯誤をやりながら、フェーズド Project Planning をシーケンシャルできちんと 1 つずつ行って、柔軟性のないものと最近の技術革新、あるいは利用者要求にこたえられる方法がないか、いろいろなことを行っています。その 1 つがミッション・アシュアランスという考えで、個々の作業が確実にどうかはチェックせず、このミッションさえ達成してくれたら、製造する人に任せ、中身をチェックしませんという考えです。それをどう作ろうと、どう設計しようと任せますというミッション・アシュアランスを徹底的に追求した方法があります。

それからもう一つ、これは商売だから当たり前ですが、リスク最小ではなく、

リスクをリソースとみなして最適化するという手法です。100億円のプロジェクトがあって、そのリスクが2分の1、2回に1回発生するということがわかっているとしたときに、もしそのリスクを消すために100億円かかるのだったら、2回打って1回成功した方がいい。90億円で直せるのなら直した方がいい。100億円以上かかるのだったら、そのまま打ってしまえという発想です。

設計上おかしいとわかったら、それを直すために金をかけるのではなく、そのリスクを量的に評価して、そのまま打つかどうかを考える。JEMはこのやり方を採用したのですが、この問題点は本当に確率が当たっているかということと、そのコストで本当に直るかということがわかりませんが、一時期、NASAはこれを相当やろうとして、あまりうまくいきませんでした。また、単なるリスクが確率で起こるというより、技術的な問題があるということで、これは確率論の問題なのか、技術自身が未熟なのかをよく理解しないまま行くと非常にひどい目に遭います。彼らはこういう概念にたどり着いていて、我々もまねしてやろうとしているのですが、なかなか難しいです。

確率論的な数量化をするだけのデータや経験がないと、おそらくプロジェクト・マネージャーの勘に頼って、これは直さないで打った方がいいといった判断をしているところがあると思います。

もう一つの新しい概念は、目的最優先から目的と技術レベルの妥協によるリソースの最適化という方法論です。ケネディがアポロを、60年代に月へ安全に人を送ると決めました。この60年代に行うためにスケジュールを組んで、そのために必要なお金と人は投入するという考え方ではなく、いずれ月には行きたいが、今の技術レベルからいくと、一番リソースが最適なのはいつになるか、どんなプロジェクトをどんな順番に行ったらいいかという考え方です。60年代というのははっきりした目標を掲げず、むしろ、技術レベルとリソースを勘案しながら、一番いいプロジェクトを作ってくれという発想に今変えています。例えば火星に行って生命の起原を見つけたいという目標はあるのですが、あれを何月何日までに行うと宣言しないという概念です。

それから、情報技術を使うことによって、先ほどのフェーズド Planningのやり方が圧倒的に変わります。試作試験をして確認して、この設計でいいとわかって次に進むというのをコンピューター上で全部行ってしまっただけで、一遍に3つのフェーズを行い、あとは物を作るだけというやり方がもしかするとできる。これについても、部分的に宇宙開発事業団はチャレンジし始めています。他にいい概念がないものですから、まだPPPのコンセプトが底流にあって、予算も、仕事も、設計審査も、評価も、このフェーズド Planningの概念に基づいてやろうとしておりますが、そろそろここから抜け出したいという思いが強いです。

それで、NASAはこのPPPのハンドブックを必須にはしていなくて、仕事の仕方を始終考えているスタッフが長官の下にいますが、その人たちといろいろな話をすると、最近ではフェーズD Project Planningを行うほどプロジェクトが大きくないし、もっと柔軟性があるそうです。プロジェクトの性格によってプログラム・マネージャーがどの仕事の仕方をするか決めていいという要求をして、評価は2回行います。企画・立案を徹底的に行って、そのプロジェクトを行うかどうかの判断のときに評価を受けて、あと、最終的にできたかどうかの評価を受けるということだけを必須にして、あとはプロジェクト、プログラムの性格によって、どういう仕事の仕方をするかはプログラム・マネージャーの考え方で自由に行ってくださいという考え方に最近では変えてきているようです。

【栗木部会長】 どうもありがとうございました。

ただいまの紹介につきまして、御議論、御討論いただきたいと思います。

【市川特別委員】 PPPから新しいコンセプトに移りつつある、あるいはNASAはかなり移っており、宇宙開発事業団でもお考えになっているというお話ですが、例えばNASAの場合等、人間を乗せるか乗せないか等の、いろいろな制約条件の違いによって、プロジェクト・プランニングというのはおのずから違ってきてしかるべきだと思います。例えばリスク最適化の概念は、人間を乗せたときに適用していいのでしょうか。

【樋口特別委員】 安全基準で、完全に有人プログラムと無人プログラムを分けています。リスクをリソースと判断して最適化するという手法は無人プログラムだけです。有人には、あらゆるリスクを分解して人がけがをする確率を何分の1にしようという基準で別途行っています。

【山之内特別委員】 すると、日本の場合は無人プログラムに向けて考えていけばいいですか。

【樋口特別委員】 今、私がお話ししたのは、主として無人のプログラムに対するいろいろな新しい考え方です。有人でもいろいろな工夫がなされつつあるのですが、本日お話しさせていただいたのは、主として無人プログラムだとお考えいただいた方が正しいと思います。

【栗木部会長】 すると、最後の8頁に「プロジェクトの規模が相対的に小さくなっている」というのは、例えば宇宙ステーション等は対象ではないということです。

【樋口特別委員】 宇宙ステーションはかなり本格的なPPPを行っています。ですから、これはヘッドクォーターとプログラム・マネージャーの判断で決めています。プログラム・マネジメントの部門とプログラム・オフィスが相談して、このプログラムはこういう性格だから、この手法をやろうと合意した上で行う方

法論をとっております。

【栗木部会長】 たまたまこの最後のチャートを見ておりまして、このP A P A CがフェーズB、Cの間で大きな区切りを設けていて、基本戦略でも、こうやろうというのが大方の意見でした。これをどう実現するかは、なかなか難しいところだと思います。

【樋口特別委員】 この話は多分、N A S Aのカーカム氏がもう少し詳しく話してくれると思います。

【栗木部会長】 では、彼にお願いしましょう。

【長柄委員】 日本ではフェーズBで複数社にやらせていません。それでも、フェーズBの初めごろにメーカーを決めることが競争をなくしている原因で、そこで大きな過ちを犯しているのではないですか。フェーズAやBあたりに問題があって、問題を抱えたまま自動的にCに行っているというところに問題があるのではないかという気がします。

【樋口特別委員】 技術導入していたころは、フェーズA、Bはセレモニー的に行ってきました。あるいは宇宙開発事業団と企業の勉強の時間でした。ところが、最先端技術開発をやろうとしたときに、フェーズA、Bをいいかげんに行くと、あとでしっぺ返しが来るということを、今、宇宙開発事業団は経験していると思います。ですから、今はフェーズBにもっと金を使う仕事の仕方に変えたいというのが非常に強い要望です。そういう予算の取り方に変えていきたいと思っています。

【栗木部会長】 井口委員長のところには崇城大学の広木先生が「ジャパニーズ・ロンチャー私見」という、ペーパーを寄せられておられます。その中で本日の議題に合った一文を御紹介させていただきます。H - I開発の時のいきさつが書いてありまして、「これまでの国内開発の形態での開発費低減は発注元が基本設計の能力を持ち、業者提案依存の度を減らせば実現するであろう。よい例はH - I開発時において行われた宇宙開発事業団と宇宙科学研究所の並行開発で、宇宙科学研究所が少ない開発費でかなりの成果を上げた事実である」と書いてあります。H - I開発時の様子はよくわかりませんが、宇宙科学研究所がメーカーにかわって並行開発を行ったという我が国の歴史であるという気がします。

【棚次特別委員】 昭和50年から、L E - 5エンジン関係の開発が始まったのですが、そのときに宇宙開発委員会の御指導によりまして、宇宙科学研究所、宇宙開発事業団と航空宇宙技術研究所の3機関で連絡委員会を作り、そこで直接ハードウェアをやりとりするというのは少なかったのですが、3機関で得られたデータをメーカーを通じて共有していたということはあります。並行開発して競争をするように協力してやりましたので、L E - 5エンジンは比較的スムーズに開

発できたと思います。

【樋口特別委員】 H - I の 2 段実証開発をしたのですが、それと E T S - V とは、宇宙開発事業団のプロジェクトにおいて、時間もかけているし、投資もたくさんしました。フェーズ B でたくさん時間をかけたプロジェクトは、あとで比較的スムーズにいったいて、量的な証明ができると思います。E T S - もフェーズ A、B をきちんと行いました。アポジモータは少しだめでしたが、その他は完璧でした。L E - 5 エンジン、H - I の開発基礎試験という名前で新しい予算項目を作ってお金をいただきました。あと、E T S - V とはフェーズ A、B に時間とお金をかけさせていただきました。

【栗木部会長】 おそらくフェーズ A、B を一塊にして、手戻りが十分にやれるという柔軟性も極めて有効に働いていたと思います。これはシステムがまだ小さかったころのよき時代の手法だったかと思います。

これから振り返ってみて、またこれも参考にできれば良いと思います。

【五代委員】 今、H - を考えてみますと、フェーズ A が結構長いです。それから、フェーズ B は、普通、お金はあまりつかないですが、実質的には少し前倒しでつきました。ですから、この A は長く検討されて、それで幾つかの機関で、熱意のある人が行って、協力関係があって、その部分が長く、しかも、その次にお金がかかります。その辺が、H - の場合ですと、小さいプログラムではありませんが、行われたということです。だんだんその辺の予算がつかなくなりました。フェーズ A、B 重視ということが非常に重要ですが、それがいかにできるようにするかということだと思います。

【栗木部会長】 まさに予算当局、あるいは開発機関の腹のくくり方と大きくかわるところだろうと思います。

(2) 民間の研究開発及びプロジェクト管理から見た評価システム

【栗木部会長】 それでは、民間の研究開発及びプロジェクト管理から見た評価システムということで、住友電工の村上技師長、よろしくお願いします。

【村上技師長】 住友電工の村上です。10 年位前に宇宙開発事業団の組織見直しの委員をしたことがありまして、樋口特別委員とは何回も議論をした仲です。前回に評価の基本的なことを市川特別委員がお話しされていますので、実際の代表的な 2 つの手法をお話ししたいと思います。

研究評価が非常に大切だと我々は相当前から考えておりまして、まず予算と費用を確実に把握しようということをやりました。1 つの研究室で 5 人から 10 人位いるのですが、複数のテーマを行っておりまして、1 つの部屋単位でとります

とどんぶり勘定になりますので、テーマごとに費用と予算を把握するということをして1970年の初めごろからやり出しました。それから、途中で幾つか新しい方法論を考えて行ったわけですが、1991年にディシジョン・マネジメントというスタンフォード大学が開発した手法を日本で最初の段階で取り入れまして、それをずっとやり続けています。これは個別テーマをやるべきか止めるべきか、それから、やるに当たってはどうしたら一番うまくいくのかという意味決定に向いている方法です。

このディシジョン・マネジメントというのは、1つのテーマに1カ月から2カ月かかりますので、全テーマはできません。住友電工として150位研究テーマがあるのですが、それを同時に1カ月位で評価する方法を考えようということで、ニュー・スコア法というものを97年に考えました。この2つを御紹介したいと思います。

民間の研究効率は非常に落ちていまして、例えば住友電工ですと、売上高の4%位が実際の営業利益になります。それで、研究費も大体売上高の4%位、もちろん研究費を差し引いて利益を出しているわけです。研究開発効率について、例えば直近の5年間の累積営業利益をその前の5年間の累積研究開発費で割るという定義をしてみますと、日本の各社は、どんどん落ちていきます。ただ、キャノンやソニーは少しずつ上がっているわけですが、大体の会社下がってきてまして、例えば住友電工が一番上にあって効率は良い方ですが、時系列的にはどんどん落ちていきます。

研究開発効率が落ちていることには幾つか理由があります。1つは、研究者クラスの根本的な性質によるものがあります。例えば将来の事業構想を考える前に研究を始めてしまう。つまり、自分の技術的興味で、何かおもしろいことが見つかり、国際学会に発表できるということになりますと、事業を忘れてそればかり行います。それから、住友電工の例ですと、91年まで研究費の絶対額を下げたことがありませんでした。そうしますと、研究者が増えるのは当たり前ということで、自己の組織の拡大に向けて見込みの薄いテーマでも継続するということが行われたわけです。

2つ目の原因は環境変化への対応不足で、どちらかということ、会社のトップが研究をどうとらえているかという問題だと思います。研究開発は、昔からリニア・イノベーション・モデルで進むと言われていました。世の中に变革を起こす技術革新のスタートは基礎研究で、この発明というハードルが一番高くて、ここさえ越えてしまえばあとは簡単に行くというのが米国の科学者が戦後考えたモデルで、米国は基礎研究に莫大な金を使いました。ところが、1985年にスタンフォード大学の工学部のクライン教授が、これは嘘だという論文を出しまして、

チェーン・リンクト・モデルを提唱しました。技術革新のスタートは市場洞察で、必ずしも発明が難しいわけではなくて、テーマによって違うのだということです。

彼は、研究は知識を蓄積する活動であって、技術革新と直接結びつくものではないということも言っています。よく考えてみますと、トータルで考えなければいけないということがわかります。例えばメーカーであれば、発明が下手であれば、どこかからの特許を買ってくればいいわけですし、製造が下手だったら、今はやりのファブレスをやればいいのです。最終的にどうやって他の会社と組んで、最初に技術革新に到達するかということが一番大切なわけです。アメリカのIBMやヒューレット・パカード等の企業を調べてみますと、1990年位から自社の研究費を30%から50%減らして、それをベンチャーの投資に使って、良いベンチャー企業を抱え込んでいます。

なぜそうするかというと、必ずしも自社で抱えている研究者が世界一優れているわけではないからです。むしろ、有望なベンチャー企業と組む方が良いということです。例えばシスコはローカルエリア・ネットワーク機器で世界一の会社ですが、R&Dではなくて、アクイジション・アンド・ディベロプメントという概念を出してしまっていて、ベンチャーを買収することを1つのポリシーにしています。

また、我々が入社した頃は、やることは大体決まっていたので、プラン・ドゥ・チェック、プラン・ドゥ・チェックと毎日のように言われていたわけですが、最近はハウよりもホワット、何を行うかということが非常に重要になってきました。そうしますと、戦略的なプランを考えて、それが本当に実行できるかどうかチェックして実行しないと、非常にリスクが大きいというテーマが多くなったのです。もしもそのドゥで失敗したらもとに戻れなくて、サークルがクルクル回らず、成功して初めて次のステップに行けるということになっています。

よって、戦略的なプランを本当に実現できるかどうかをチェックする方法論がないかということを探していたわけですが、スタンフォード大学にロナルド・ハワードという教授がいて、意思決定の質を向上させるための論理的な手法ということで、ディシジョン・アナリシスを1965年位に確立しておりました。そのロナルド・ハワードを中心に1981年にストラテジック・ディシジョンズ・グループというコンサルタント会社ができております。これは不確実さとリスクを持つ問題、例えば設備投資、企業の買収、工場の中国への進出、そして研究開発プロジェクトへの科学的アプローチということで、私どもは日本企業として三菱化成さんに次いで2番目に導入しました。今、日本では15社位導入しているようです。

どうして今までの方法論、意思決定が悪いのかといいますと、大体、企業のトップは、マネジメントの専門家ではないわけです。日本の企業は、大体ある事業

を行って成功した人がトップになっているわけです。そうしますと、何ら科学的手段を用いず、過去の経験と勘に基づいて、多少捏造された資料によって意思決定をしています。多少の捏造ならいいですが、私等はよく大幅に捏造するわけです。今まではやめるという決定をしなくて良い環境であったため、それで成功してきたのですが、パイが決まりましたから、何かをやめてどちらかに振り分けるということをやらないといけない環境になってきたのです。

そうしますと、まずしなければいけないのは、定量的処理をしなければいけないということです。例えば上の人と下の人と話しているときに、下の人がこのプロジェクトはきっと成功しますというのを、悲観的確率は幾らで、楽観的確率は幾らかと定量的に聞くと、これは上の人が思っていることと下の人が言っていることは、一致しないということがわかるのです。つまり必ず定量処理しなければいけないです。

それから、ディシジョン・マネジメントの基本的な考え方は、戦略的問題に適用します。まれに遭遇して、しかも、リスクが大きいことに対しては、価値のある情報が少ないため、論理的枠組みだけでも明確化しておき、多数の要因が複雑に絡み合うことは、コンピューターによる定量的モデルを作成します。個々の要因が不確実だということについては、個々の要因に起こるべき確率を導入し、時間の経過により変化するということについては、時系列的なディシジョン・ツリーを導入するという事で解決しようとしています。

実際の例として、住友電工が自動車系のある会社から製品Xを導入するという研究開発契約1995年に結びました。これは非常に高い粉体を精製、混合して、それをプレスにかけて成形し、仕上げ加工を行って、組み立てはA社で行うということです。この製品は1997年ごろから実際に売れ出しますのでA社から一体幾らで売ってくれるのだという問い合わせがあり1995年に分析した例です。そのために最適な製造プロセスと利益を勘案した売値を決定しようということが研究部門と実際にそれを製造する事業部門から出まして、ディシジョン・マネジメントを使って解決しようとした。

ディシジョン・マネジメントの考え方は、まず関係者にみんな集まってもらって、会議を行います。そのときに必ず意思決定者に入ってもらいます。この場合は研究部長が意思決定者で、研究開発する者、事業部で製造を担当する者、営業担当者、及び開発企画部というディシジョン・マネジメントを進めている部門が入り、定性的な共通ツールと定量的な共通ツールを使ってディスカッションしていきます。

最初にフォース・フィールド・ダイアグラムというものを作ります。これは例えば売り上げ規模、競合会社、特許、製造技術、コスト等の項目について、この

プロジェクトを行う反対派と賛成派に分かれて、それぞれの項目でまず反対派ができそうもないということを言うわけです。それに対して賛成派が、こういうわけで、これはできるということを1個1個の項目で全部言っていくわけです。そうしますと、どこが対立しているのか、あるいはどこの解決策がないのか、どの辺が不確定要因なのかが明らかになって、しかも、参加者の頭が全部そろうわけです。

その次にディシジョン・ヒエラルキーというものを作ります。まず、決まってしまうと動かしようがないのは何か。お客様と共同開発を行う、これは契約上決まっている。組み立てはお客様が行う、これもお客様の強い要望だ。次に今回、意思決定するのは何か。売値の決定と最適プロセスの決定と設備投資である。次に将来まで決定を延ばしていいことは何か。非常に高い原料を使うので、その原料まで住友電工が行うかどうか、また、組み立てもお客様がやりたいと言っているが、住友電工が行った方が安いのではないか。それらはこの分析が終わった後でやれば良い。ということで、今回の分析で何を決定したいのかということを確認にします。

その次に、決めなければいけないことと、どういう代替案があるのかということを書き出すわけです。この図はストラテジーテーブルと呼ばれます。例えば製造は大阪近郊の伊丹の工場で行うか、それとも岡山の工場で行うか。原料の購入先は従来どおりA社で行うのか、それともB社で行うのか、あるいは安い輸入材を使うのか。それから、精製工程は持っている小型機で行うのか、大型機を購入して行うのか。それから、非常に高い材料なので、できるだけ使いたくないわけですが、あまり使わないと強度が落ちるという問題もあるので、実際に体積、密度をどこまで低くできるか。それから、最後にオス型とメス型とピタッと合わすわけですが、粉体成形の場合、仕上げ加工をするということが常識だったわけです。しかし敢えて、仕上げ加工をしないでできないのかと我々が質問しましたら、できるということで、ここに入れておくということになりました。

この図をつらつらと眺めまして、どういう戦略があるかということを考えますと、性能重視でリスクを考えた戦略とコストミニマムの戦略とがある。この両端を計算すれば、大体間に入るのでこの両端を計算しましょうということになったわけです。コストミニмум戦略は点線で結んで、性能重視戦略は実線で結んであります。

ここからだんだん定量化に入っていくわけですがインフリュエンスチャートというのを作ります。まず、このプロジェクトを行うかやらないかはどういう評価基準で決めるかということ意思決定者に問いつめます。この結果、意思決定者は95年から2000年までの累積損益を現在価値に直して、つまりネット・

プレゼント・バリューがプラスだったらやるし、マイナスだったらやらないという評価基準を決めました。次に、ネット・プレゼント・バリューを出すには、各年の損益をまず出して合計しないといけません。各年の損益は売り上げマイナス原価で、売上額は売り上げ数量、単価、単価減少率などで決まります。ところが、実際はこの値がわからず、不確定要因であるわけです。不確定要因は、悲観値と楽観値と基本値を後で専門家にヒアリングします。

このように少しずつ下におろしていくわけです。今回、このプロジェクトのインフルエンス・ダイアグラムは26の不確定要因を使いました。これをずらっと並べまして、各専門家に楽観値、悲観値、基本値を聞いていくわけです。聞き方がありまして、基本値から聞いていくと、専門家は必ずプラスマイナス10%、20%と言うわけです。それを避けるために両端から聞いていくというのがコツです。一番悲観的な場合、この値より小さくなる確率が10%という聞き方をする。次に、この値より大きくなるのが10%の楽観値を聞いて、最終的に大きくなることも、小さくなることも、50対50のときの基本値を聞きます。

それから、売り上げは営業の専門家に、製造は製造の専門家に聞いていきます。次にExcelで先ほどのインフルエンス・ダイアグラムに従って最終的に累積、期待損益を出すモデルを作りました。

次に、センシティビティーというプログラムを使うと、非常におもしろいトルネードチャートという図を作ってくれます。この結果、このプロジェクトは精製に小型機を使った場合、すべての要因が全部基本値をとると、7,100万円の赤字になりました。それから図のように、それぞれが楽観値から悲観値まで振れていますので、その振れ幅の大きい順番に並べてくれます。すると、この累積損益は、上から5つか6つの不確定要因で、大体90%位が決まってしまう。残りのところを多少いじってもあまり影響がなく、この5つか6つの不確定要因が非常に重要であるということがわかります。

このプロジェクトの場合、売値が220円を標準に考えていたのですが、楽観値の240円にしてみらう必要があります。ところが、相手があることですから、なかなか240円にしてくれない。すると、仕上げの加工費をゼロにしないと、この小型機を使っている限り、なかなか黒字にならないということがわかります。

一方、大型機を使うと、全部基本値をとっても1,100万円の黒字になり、特に仕上げ加工をゼロにできれば、1億円位黒字になるということがわかります。この分析をする前に研究者にどの不確定要因が一番効くと思うか質問すると、研究者は自分の行っていることが一番重要だと思っていますから、精製の歩留りや、処理時間が重要だということを言っているわけですが、それは損益にほとんど効かないということがトルネードチャートでわかるわけです。つまり、仕上げの加

工を研究のターゲットにしなければならないということがわかります。

次に、上位の5つか6つの不確実要因を並べまして、基本値に50%、楽観値と悲観値に25%を入れまして、これがどういう儲けになるかという期待損益を出してみるわけです。これもディシジョン・ツリーというソフトウェアを使うと、5つの不確実要因が、それぞれ3つに分かれていますので、243通りの分岐になります。あと意思決定が1つあるということで、244通りになっていますが、243通りのそれぞれの取り得る確率と累積損益を計算してくれるわけです。X軸に期待損益をとって、Y軸に累積確率という概念を入れます。すると、243通りのギザギザの線が引かれまして、5つの要因が全部悲観値をとったときは2億3,000万円位の赤字になります。一方、全部楽観値をとったときは3億円近い黒字になります。グラフから黒字になる確率は、56%ということがわかります。

一方、この仕上げ加工費が非常に重要だということがわかりましたので、仕上げ加工費を基本値の19.76円、悲観値の23.71円、あるいは楽観値の仕上げ加工なしの0円の3つ線で描いてみたのですが、この場合、3の4乗通りのギザギザがあって、ギザギザがかなり粗くなります。こうしますと、もしも仕上げ加工がゼロでできれば、残りの4つの要因が全部悲観値をとっても1億5,000万円位の赤字で済みます。しかも、黒字になる確率は84%に増えるということがわかります。結論として、A社の希望価格より高くするよう交渉しなければならないこと、精製工程で大型機導入は不可欠であり、仕上げ工程を省略できるかどうか大きなポイントで、処理時間や精製の歩留りはあまり重要ではないということがわかったのです。

それで、すぐに研究員にその結果を伝えまして、大型機をすぐレンタルして、どの位歩留りが上がるかの実験をやらせるとともに、仕上げ加工を精力的に研究しまして、1カ月位で目処をつけました。もしもディシジョン・マネジメントを行っていなかったら、多分、仕上げ加工の省略案の検討とか、大型機導入は半年位かかったのではないかということで、開発期間の短縮になって感謝されました。

このように企業の場合は、累積利益という概念をすぐ使いますので単純ですが、多分、宇宙開発事業団等の場合は、そういう概念で評価できないので、むしろ技術成功確率というような概念で評価することが非常に重要ではないでしょうか。

それで、技術成功確率をどう出しているのかという話をしたいと思います。これは、バックスキャンという方法をとります。まず、未来のある時点から現在を振り返ります。例えば「今は2003年です。残念ながらロケットが落ちました。何が原因で落ちたと思いますか？」「その原因の原因は何ですか？」というように次々にブレイクダウンしていきます。そのときに、ハードルとパフォーマンス

という言葉を使い分けます。ハードルというのは閾値が不連続で、成功か失敗かとパッとわかります。それから、パフォーマンスというのは、閾値が連続的になっています。この位でもいいかもしれませんが、もう少し下がってもいいかもしれないという概念です。

通常行う方法は、試作1個の成功確率です。それから、量産性を考えた1個の成功確率、多数の量産性の成功確率と3つに企業の場合は分けるわけです。最初に試作1個も失敗しました、それはどういう原因だと思いますか。例えばLEDの場合、基板結晶がうまくできなかったことと、LEDのPN接合がうまくできなかったという2つの問題があるわけです。結晶はということが考えられますかという、こういう原因ですというふうに少しずつおろしていく。それで、それはハードルですか、パフォーマンスですかということを聞いていくわけです。例えば単結晶を作る材料となる多結晶なら結晶の割合が80%以上持っている多結晶を使わないと、良い多結晶はできないので、80%以下は使ってはいけませんということを決めていくわけです。

その次に、かかわっている担当者に、それぞれの項目について、一体、現在の成功確率はどの位だと思っているのかということについて、確率を入れてもらいます。これは全部個別に行うわけです。後で合わせてみると、例えば黒崎さんと上野さんは、ここですごく違う意見を出して、樋口さんはここここで違うということがわかりまして、それはなぜですかと聞いていくわけです。すると、他の人と違う原因を考えて、非常に悲観的なあることを考えていたということがわかって、それをほかの人にフィードバックできる。すると、実際にどれを解決すればいいかということが明確になってきます。

まとめますと、「X年後にこのプロジェクトは失敗していました。1個の試作も出来ませんでした。考えられる原因は何と何ですか」、それから、「それらの原因の良否を分けるしきい値は何ですか」「良好なしきい値が得られる現在の確率はいくらですか。総合的確率はいくらですか」「各人の確率の違いは何故出てきますか」ということで原因の確認をするわけです。「確率を上げるにはそれぞれの工程でどんな改良案がいつまでにできますか」という案について各人で確率を与えて、意見を一致させるわけです。さらに「どのようにすれば早く実現できますか。総合確率はどのくらいまで上がりますか」を聞きます。これが1個を作る確率で、その次に量産のための1個を作る時のハードルとパフォーマンスについてまた同じことを繰り返します。

このバックスキャン法は企業でも基礎研究などに非常に向いています。つまり、技術的に成功するか失敗するか、ということの検証に非常に向いているやり方です。

ディシジョン・マネジメントは、研究開発のさまざまな分野に適用できまして、例えば中国に工場を作るとか、大型の案件を幾らで受注すべきか、等のケースで非常に役立つわけです。

実際にこれをどういう企業で使っているかということ、アメリカでは石油の掘削会社と薬品の製造会社が非常に多いです。リスクが高いのでこの手法を使っているということです。こういう手法で1個1個のプロジェクトをやるべきか止めるべきか、あるいはどういう方法でやったらいいのかを議論しているわけです。

次に、たくさんあるプロジェクトの中からどうやって選択と集中をするのかをニュースコア法を例に御説明したいと思います。

これは我々が1997年で開発した方法ですが、2000年における新製品比率は幾らか、それぞれの事業部の売上高、利益額にどの位寄与できるのか、150位ある研究テーマで期待できるテーマは、研究テーマ間の資源シフトをどのように行えばいいのか、などのことについて、共通の尺度で全テーマを評価しようということを目指したわけです。それで、戦略性と波及性、実現の可能性、売上高、利益額、研究開発効率という5つの評価基準を作り、それぞれ5点満点で、合計25点のうち何点取るかということを行ったのです。戦略性と波及性では、例えば成長指向分野について、オプトエレクトロニクスが弊社の目標ですので、その分野のテーマだと5点がつき、さらに全社への技術的波及効果が大きいと5点がつく。これを2で割って、戦略性と波及性の項目の点になります。

インプットのフォーマットは、かなり詳しく年ごとに売り上げの市場規模やシェアを毎年入れまして、どの位設備投資をするのか、研究員が何人かかるのかということも入れるわけです。結果として、このプロジェクトは18.3点で、キャッシュフロー的には2003年位から黒字になり、売上高は急に上がっていくことが一目でわかります。150のテーマを分析した結果、評価点が24.4点から4.4点までばらつきまして、これは使えるということがわかったわけです。

また、研究費、3年後の売上高、あるいは利益増分などを比較しまして、効率のいい研究所と効率の悪い研究所があることもわかりました。その結果、効率の低い研究所は自主的にテーマを整理し、思ってもいない有望なテーマが見つかった研究所は、それに資源シフトするなど、研究所内でテーマ間の競争が起きました。つまり、テーマのリーダー達がいかに点数を上げるかということ在必死に考えるようになり、事業成功へのシナリオが立案できるようになりました。リーダー達は今まで「設備投資させてくれ、研究員を増強してくれ、研究費をもっとくれ」という要求ばかりでしたが、それを行うと点数が下がりますので、最適なところはどこかというのを見つけるようになったということです。

それで、ワンシグマ・マネジメントということを行っています。製造現場ではシックスシグマと言われているのですが、経営はワンシグマ位だろうということで、上の16%のテーマと下の16%に分けまして、真ん中は一切触らずに、下位のテーマ全部に見直しとか、削減の勧告を出しました。下の16%から、半年に1回、10%位の資源を引き出して上に持ってくるということを継続して続けているわけです。そうしますと、15点以下は全部右下がりになって、どんどん資源を減らされている。ところが、15点以上は右上がりになって資源がどんどん増える結果となりました。

それから、住友電工はどういう方向を目指せばいいのかということのもわかりました。そもそもは材料が強い会社でしたが、デバイス、機器、自動車関連機器、通信システムなども行っているわけです。売上高と利益を比べますと、住友電工が目指すべき分野はデバイスと部品で、ここが一番今後伸びるということがわかりました。この結果、材料を行っているグループに対してはなるべくデバイスや部品まで行うように、機器システムのグループに対しては、なるべくシステムは行わずに、デバイスや部品でやめておけという方針を出すことができたわけです。

このニュー・スコア法をまとめますと、日本の企業にはけた外れの能力のある研究者は100人に1人か2人位と非常に少ないので、その人が行っているテーマだけは考慮しますが、それ以外のテーマに従事している研究者はほとんど平均的な能力ということで、一律な基準で評価は可能、という前提で行っています。方向としては、研究を楽しむよりも事業化を目指す。それから、ワンシグマ・マネジメントということで、下の16%は中止、削減が当たり前という雰囲気を作ろう、ということです。

しかし、最大の障害は研究者のホラです。ところが、これだけ売り上げを上げますとホラを吹いていても、1年、2年たつとだんだんばれてきます。もう一つの障害はトップの思い入れでして、研究の役員クラスが、これはどうしてもやりたい、幾ら点数が低くてもやりたいと言われると、やらせざるを得ないということです。

以上、デシジョンマネージメントとニュースコアー法の2つの方法を使いわけて評価を行っていますが、そこそこうまくいっているのではないかと考えています。

【栗木部会長】 どうもありがとうございました。

ただいまの解説につきまして、質問、御討論ございましたらお願いいたします。

【市川特別委員】 具体的な大変おもしろいお話、ありがとうございました。一番基本的なところで、企業の経営への貢献という形で研究開発を評価することは1つの考え方だと思います。ところが、これからは自社の技術、あるいは研究成果だけでなしに、いろいろなところにあるものに目をつけて、その中でバイイン

グパワーのある領域に絞って、技術としては全部まとめて何かやっ払いこうというときに、売り上げにどう貢献するかということ以外に、バイイングパワーを将来どう確保していくかという視点での研究開発の評価はあり得ると思います。その辺は具体的にはどうなさっていらっしゃるのでしょうか。

【村上技師長】 まず、バイイングパワーがある領域は何かということを決めることが非常に重要ですが、日本の経営者は定められません。こういう手法を使うと一番伸びそうなのはデバイス部品で、住友電工は、エレクトロニクスではなくて、オプトエレクトロニクスですということが出てくるわけです。

それから、評価項目を見ていただくとわかりますように、単に売上げや利益だけではなくて、波及効果や、実現可能性を入れてありますので、必ず点数が入ってきます。

3番目の基礎研究については、全く評価していません。基礎研究は各研究者に、評価項目の次の芽というところに丸をつけてもらいます。次の芽の定義は、この5年間、一切売り上げは上げないので、このランキングをつける競争には入れないでくださいということです。最終的には次の芽に総額幾らの資源を投入しているかということで、各研究所で20%位だったら、研究所長さんにお任せしますというようにしました。

【市川特別委員】 一番わかりにくいのは、皆さんが持っている暗黙知を聞きながら、できるだけ数値化して形式化して、全体のスキームを作り上げるということで、最初に意思決定者を決めなければとおっしゃいました。その意思決定者の仕事は何が残っているのですか。

【村上技師長】 まず、前提条件を明確にしてもらおうということです。一体、このプロジェクトを分析する目的は何か、どこまでの範囲の技術領域を考慮するか、などです。例えば有機物だけの材料を考えるのか、金属も含めて考えるのかという領域を明確にしていく。それから、何年間考えるのだという時間軸を明確にする。最後に、何でイエスカノーを決めるのかという評価基準を明確にするということです。例えば期待利益なのか、売り上げと合わせた両方で考えるのか、そういうものを明確にしていきます。

【市川特別委員】 ある意味では境界条件をお決めになって、その中はこれで分析するということですか。

【村上技師長】 そうです。

【棚次特別委員】 評価の定量化処理、定量化方法があると思います。科学研究者の勘による定量化なのか、合理的な定量化があるのか、その定量化の方法によって随分変わってくるように思います。

【村上技師長】 定量化を行うとき、その手法自体をどこまでおろすかというこ

とがあるわけですが、あまり細かくしてしまうと全体が見えなくなりますので、普通はそれぞれの専門家が伝票を少しめくれば、大体の値がわかるというところまでおろしています。場合によっては、我々が経理まで行って伝票を調べるということも行っております。

先ほど言いましたように、3つの値を使うことが1つのポイントで、楽観値と悲観値と基本値です。ところが、結構、失敗例がありまして、実際に半年か1年たってディシジョン・マネジメントの推奨案どおり実行できたかどうかを後でチェックしました。54テーマをチェックしたのですが、言うとおりでできたのが85%、よその都合等でできなかったというのが15%でした。また言うとおりで出来たのだが、結果として失敗だったテーマのうち、「ロジックが間違いだった」はゼロ件で、全部予測者が外した、ということでした。なぜ外したかという、悲観値よりももっと悲観的な方向に行ったということがほとんどの場合です。

この予測者というのは、住友電工の中で一番専門家だと思っている人に聞いているわけですが、その人が外したというわけです。例えば中国の例ですと、中国にある工場を作ろうとしたわけですが、その製品がどの位シェアをとれますかと聞いたら、日本のメーカーはうちが3社目で、中国のメーカーはほとんどその製品ができないから、シェアとして20%は最低とれるのではないかと専門家は答えたのですが、1年後に実際に工場が動き出しますと、中国のメーカーもある程度できるようになっていまして、シェアが5%もとれなかったということがあります。

それから、推奨案の実行に対しては、全部が「良かった」と答えています。特に削減とか中止を勧告したものが、全員、後で考えてみると、そこで中止とか削減を勧告してもらって良かったと言っておりまして、非常に納得感がある手法ではないかと思います。

【棚次特別委員】 過去にデータベースのあるものと、定量化がやりやすいと思いますが、過去にデータがないフロンランナー的なものをやろうとするときには、定量化は極めて難しくなると思いますが。

【村上技師長】 そうです。だから、楽観値と悲観値の幅をできるだけとっています、

【栗木部会長】 この件に絡んで、井口委員長が自動車の場合はリスクを極めて数量的に出して、宇宙開発もそうすべきではないかという発言をいろいろな場面でおっしゃられます。そういうことを、宇宙開発を担当している人たちに言いますと、統計的な母数が極めて少ないので、確率は実感を伴わないという意見が出てきます。インフルエンス・チャートは今後、絶対値があいまいであっても、極めて役に立つのではないかと思います。今までのシステムデザインを行ってい

る人たちが冗長系をとるかどうかなんてことを決断したときに、それが最終的なリスクにどう響いてくるかということについて、こういう手法は役立つのではないかと思います。今、棚次先生は数字がなかなか出てこないとおっしゃったのですが、デリバティブの影響関数のようなものは、勘を裏づける定量的なものとして使い道があるのではないかと思います。

透明度が極めて影響力があるというチャートは極めて印象的で、ああいうものをしっかり把握しているというのが今までのエンジニアの頭に、勘で養われていたのではないかと思います。その勘が正しかったかどうかということもわかってくるのではないかと感じました。

【樋口特別委員】 こういう作業は、リソースはどのくらいかかっているのですか。例えば全テーマで何年で、どういう専門家を集めますか。

【村上技師長】 テーマは、大きいものから小さいのまでありまして、一番緊急のテーマでは1週間で行ったことがあります。そのかわり、関連部門の方は総てこの会議を最優先にしてもらいます。普通、デシジョンマネジメントの分析者は2人で組んで会議をリードします。1人は前提条件ですとか、定性的なことについて会議をリードしながらまとめていく、かなりシニアな人間です。もう1人は若くて、モデルを組む専門の人間です。1回目にトルネードチャートまでの結果を見て、意思決定者を含めて関係者全部議論し、どうも直感と合わない等のことがあると、モデルの訂正を行います。

あるいは最初に粗いモデルを作ってみて、もう少し細かくブレイクダウンすることもあります。普通は1カ月から2カ月位かかり、それを何本か並行して走らせます。

【樋口特別委員】 イメージとしては、これを行う担当は2人位専任でいて、あと、プロジェクト・オフィスや研究テーマのグループが1つの評価に1週間位つき合うということですね。片手間ですという感じではないです。

【村上技師長】 1回の人件費だけで、50万から100万位かかっていると思います。

【樋口特別委員】 ディシジョンメーカーは原則1人ですか。

【村上技師長】 複数いる場合はその上を呼んで、1人にしてもらいます。

【樋口特別委員】 期待値が同じだが、確率が違う場合があります。ディシジョンメーカーの性格を入れて行いますか。同じ売り上げでも、確率が10%で1億円もうかる場合と、確率が1%だが10億円もうかる場合があります。そのどちらを選ぶかということはどうしますか。

【村上技師長】 ハイリスク・ハイリターン戦略とローリスク・ローリターン戦略が累積確率50%でクロスし選択に困るということはめったに起こりません。

グラフの右の領域を選ぶのが原則ですが、もし、そのようなテーマがあった場合はハイリスク・ハイリターンをねらうか、ローリスク・ローリターンを選ぶかは、ディシジョンメーカーに決めてもらいます。

【佐々木特別委員】 このディシジョン・メーカーの手法をやられて約10年たつということですが、追跡評価をやりながら、この手法を改良されましたか。

【村上技師長】 1つのプロジェクトだけではなくて、4つ位とか、5つ位同じものをこれで調べられないかということもトライしたことがあります。それから、基礎的なものについて、バックスキャンを導入しました。

(3) 科学技術社会論の観点から見た評価システム

【栗木部会長】 3番目の議題は、「科学技術社会論の観点から見た評価システム」ということで、藤垣特別委員にお願いいたします。

【藤垣特別委員】 本日は、科学技術社会論の観点から見た評価システムということで、前の2つの話とはかなり違う話をいたします。科学技術社会論(STS)とは何かということと、プロジェクト評価とを評価の階層性の中で位置づけ、かつPRESTというところで評価専門家養成コースを行っておりますので、そこでの評価論を御紹介します。最後にSTSの中でリスク論がどのようにとらえられているかということをも材料フォーラムや原子力国内シンポジウム、遺伝子組換え作物コンセンサス会議等で科学技術全般におけるリスク評価がどう議論されているかという話をして終わりにしたいと思っております。

『学術の動向』の99年11月号で科学・技術と社会の特集が組まれまして、さまざまなテーマで論述がありました。そこでSTSについて紹介しました。99年6月に、世界科学者会議が開催されたときに、2,000名近い科学者、政府代表団が科学技術について議論をしました。科学と科学知識の使用に関する宣言においても、各フォーラムにおいても、科学と社会の関係、科学技術の社会的需要についての議論が行われました。

それから、欧州議会から提出された21世紀の科学研究開発政策は、「社会、その終わりなきフロンティア」というものでした。1945年にアメリカのブッシュ氏が提唱して、その後、科学技術政策の主流、基盤を占めましたレポートに「科学、その終わりなきフロンティア」というものがあつたのですが、1945年代には「終わりなきフロンティア」があつたのは科学であつたが、今考えるべきことは社会であるということになっていきます。つまり、科学技術の社会需要というものが1つの研究テーマになってきています。科学と社会の接点に発生する問題について議論する研究分野をSTSと呼びます。Science, Technology and

Society、あるいはScience and Technology Studiesというものであります。

日本にもこの研究をしている人たちがいるのですが、特に欧州においてSTSを行っている研究者グループとして、欧州連合の第12総局というのがあります。これは欧州連合の中の科学技術庁に当たるものですが、そこでSTI研究ガイドというものを作成していきまして、欧州20カ国の中で科学技術論、イノベーション論を研究できる106の研究機関を網羅的に紹介しています。その106の機関でどこへ行けばどういうテーマができるのかということが一文に記されているのですが、特にイギリスを例に挙げますと、ケンブリッジの科学技術論研究、エンジンバラの研究という伝統的ユニットだけではなくて、マネジメントスクールとか、SPRU(Science Policy Research Unit)あるいはPREST(Policy Research in Engineering Science and Technology)等が網羅的に挙げられています。

ここで紹介するのは、STSという分野が何かということを紹介するためではなくて、欧州において特にSTSを担う機関と研究評価、エバリュエーションのプロットを行う機関が非常に重なっておりまして、私どもがSTS関係の国際会議に参加すると、各国で研究評価に携わっている人と会う機会が多いのですが、そういう人たちとのふれあいで得た評価とは何かという話、あるいは評価をするプロットは何かという話を一部紹介したいと思います。

97年度の科技庁の振興調整費で海外主要国の科学技術政策形成に対する動向調査がありますが、主要7カ国の評価を調べたときに、いろいろな評価についての思想がありました。英国において、評価はそこへお金を投資する価値があるのかということ調べるためにあります。これと非常に対照的なのがオランダでして、評価はセルフ・インプルーヴメントのために行います。つまり、評価することによって次に進む、次に自分たちがよくなるためにするということが印象的です。アメリカはチェック・アンド・バランスのために行うとか、フランスはデモクラシーの拡張のために行うとか、いろいろな思想があります。私たちは日本の中で宇宙開発に対する評価をしているのだが、評価を何のためにしましょうかという基本的なところを我々が共有できたらよいと思い問題提起をします。

評価の階層性についてお話しします。評価には階層性があって、まず一番上に政策評価があって、その政策からプログラムが出てきて、プロジェクトが出てきて、そのプロジェクトを執行する機関に対する評価、そして個人評価とあるわけです。例えばこの宇宙開発の話ですと、政策評価に当たるところは我が国の宇宙開発の中長期戦略、おそらくは一番上の政策に当たるところでしょう。そこからプログラムとプロジェクトにブレークダウンされていくわけですが、例えばプログラムの設定に関しましては、中長期戦略の17頁に説明がありましたが、それ

をもとにプロジェクトの体系化を図っていく。そういった形でブレークダウンしていくわけです。

ですから、私たちはプロジェクト評価という形で、細かい評価手法を開発することになるのですが、プロジェクト評価をすることによって、あるいはその機関を評価することによって、最終的に評価されるものは何かといったら、この中長期戦略であろうかと思われます。ですから、細かいプロジェクトを評価して、最後に評価されるのは一番上の中長期戦略の政策が果たして本当にきちんとできていたのだろうかということに上がっていくのではないかと思われるわけです。

続きまして、P R E S Tにおける研究評価専門家養成コースの話をしたいと思います。例えば先回に樋口特別委員から、きちんと評価できるマンパワーさえいないのに、こんなにたくさん仕事ができたら困るという御発言がございました。宇宙開発や原子力等の分野オリエンティッドな技術者の評価への参加も大事だが、同時に評価自体の専門家というものが、特にイギリスにおいて、あるいはオランダにおいて養成されています。

P R E S TはPolicy Research in Engineering Science and Technologyですから、技術、科学、テクノロジーに対する政策研究を行うところです。ここのループ・ジョルジュという人が有名で、政策研で23日に発表されますが、先回配られましたキャビネット・オフィスの評価指針のレファレンスの最初に引かれているのがマイケル・デュボンスとループ・ジョルジュの論文です。イギリスのキャビネット・オフィスに対しても、ある種のコメントをする立場にいて、かついろいろな省庁から評価を請け負ってきて、研究所の中で評価レポートを書いて提出しています。

では、研究評価の専門家はどうか養成されるのでしょうか。研究評価に関する1週間のコースがあります。大学院、科学技術政策専攻に所属する学生のみならず、広く一般からも参加できます。英国には政府からの各種評価の委託を受ける企業も存在します。ですから、P R E S Tに評価に関するノウハウがたまっていきましたと、それを蓄積した大学院生が独立して、評価専門企業を作っています。キャビネット・オフィスでこれが始まったのが89年で、もう11年たっていますから、日本もこれから11年間で企業も作らなければいけません。

まず第1日目ですが、研究評価に関する全体の傾向と展望とロジックチャートを作ります。中長期戦略からどういうプログラムに落とし、どういうプロジェクトに落としという、ロジックチャートを作るのが教育になっています。2日目は、1日目に作ったレポートを返却して評価します。それから、ピアレビュー、専門家のレビューと市民パネルによる評価についてのガイド、経済効果の評価があります。3日目は経営書誌学といって、特にサイエンスの基礎的な分野では論文を

何本書いたか、どのくらい有名な雑誌に何本投稿したかということで評価されるわけですが、そういう方法論についてガイドがあります。

4 日目に欧州連合の研究技術開発プログラムの評価について、欧州委員会が、アドバイザー・スピーカーとして入ってきます。社会的影響の評価のラインがあって、評価の開発について、研究所によるセミナーがあります。5 日目には、英国の通産省に相当するところから評価の質問についての話と、評価質問紙の構造分析及び、評価の効果についてのガイドがあって、セミナーが終わるという形になっております。

この P R E S T の、大学の中の研究ですが、評価の実績としまして、報告書が幾つかあり、1 つの省庁に限りません。例えば Alvey-program という情報技術に関するプログラムの評価があります。それは貿易産業省、プログラム研究会議、サイエンス・オブ・エンジニアリング・リサーチ・カウンシルと国防省が英国における I T の大きなファンドを出して、それに対する評価が P R E S T に委託されて、評価が実施されたものです。2 番目に M O R G というのがありますが、健康リスクに関する組織マネジメント・ファクターについてプログラムの評価が健康安全行政府というところから出されています。あるいは鉄鋼診断プログラム、P I S O というのがありまして、エネルギー省等から出されています。あるいは日本の環境省に相当するところから大気清浄度評価に関する評価が出されています。

ここでロジックチャートというのが非常に重要です。ロジックチャートというのは研究評価を行う際に、その評価の対象となる研究、あるいは政策プロジェクトがどの意図、背景、哲学をもって提唱され、どのメリットを期待したのであるかを図式化したものです。この図式をもとに評価のための適切な指標を選択し、評価の実施に至るというものです。一番上に国民の健康を増進するための最大目標があります。それに対して中期にブレイクダウンした目標があります。それを実行するために幾つかのプログラムがあります。それをもっと細かくしていったプロジェクトレベルに分けてあります。そして、それに対して直接的な非常に短期の影響から中期にわたる影響、そして最後の影響がどうなるのかをロジックチャートとして作っています。

先回、我が国の宇宙開発の中長期戦略についてという、1 枚紙が配られました。本当は下流の方に書かれるべきものが横から来る等していますが、これをアレンジする形である種のロジックチャートを作ることができます。ロジックチャートに落とした後は、それぞれの項目における最適な指標を選びます。つまり、例えばプロジェクトまで落ちていたら、プロジェクト・プランニングの方法をここでは使いましようとか、ディシジョン・マネジメントはここでは使いましようとか、

もう少し社会的影響になってきたから、この経済指標の方を使いましょうということ。ですから、ロジックチャートに分解することの意義は、最初の政策からどんなふうにブレークダウンするかという全体像が見えるということと、それぞれの位置における適切な指標を選ぶことができるということです。

ですから、このロジックチャートを作り、それぞれのものに対する適切な指標を作ることによって最終的なゴールに対する評価をして、最後にまた一番上の政策評価に戻っていくわけです。

特に英国と日本の大きな違いは、英国には委託をする第三者評価機関が存在していることです。例えば教育雇用省、法律産業省、国防省、環境運輸省等から、プロフェッショナルスクール、評価会社、評価研究所に対して、評価委託がなされます。それに対してPRESTで養成されている評価の専門家と、その個別の技術分野、科学分野の専門家が一緒になって報告書を作り、提示するというところをするわけです。

ところが、日本の場合は、こういう委託を出すという形ではなくて、例えば原子力は原子力委員会の中、宇宙開発は宇宙開発委員会の中で評価が動いていて、それぞれ独自の評価指針がまだ投入されていない状態になっていますので、その中で我々はどこまでいくことができるかということで少し距離をとりながら報告書を書けたと思います。

それで、このロジックチャートを見ますと、科学技術社会論的視点、国民によるアカウンタビリティをどう得るかについての概略を得ることができます。先回の議論でも、技術評価をするのか、国民へのアカウンタビリティを評価するのかという議論があったと思いますが、階層性を考えてみると、技術的評価をするのはどの場面で、社会的な指標を使うのがどの場面かということがわかるかと思います。このロジックチャート全体の評価が1つのアカウンタビリティとしてあるのでないかと考えられます。

もう一つはリスク論から来る評価でして、普通は全部終わった後、全体がきちんと説明可能なように組まれていたかということで評価されるわけです。リスク論から入りますと、短期効果とか長期効果の予想をもとに、プロジェクトの選択場面に国民がどの位参加するかという話になります。

続きましてリスク論の話に移ります。社会受容のための科学技術について、材料フォーラム等でお話ししたのですが、社会に受容されるために科学技術が行うべきことは何かということを経験論の視点から考えてみました。リスクとは何かというのが、最初の2つのプレゼンテーションでも紹介されましたが、社会的リスク論の原点はどこにあるかという話をまずします。それはベックという人が考えたリスク論の紹介ですが、そこで科学的合理性と社会的合理性の間の線引き

について、リスク社会における社会的合理性、意思決定においてはどういうことをしなくてはいけないのかという話に持っていきたいと思います。

リスクとは何か。もう私たちは日常用語のようにリスクという言葉を使っていますが、では、Longman 英英辞典を引きますと、まず名詞は「危険」です。「何かしら危害があり望まないものが発生する確率」。消防士はビルに戻ることを認めなかった。何故なら火が再燃するリスクがあったからだ。消防士は毎日の生活の中で多くのリスクと対面している。この窓は安全保障上のリスクがある。鍵をつけるべきだ。流感がはやっており、すべての子供は感染のリスクがある。ビジネスで成功しようとするのなら、多くのリスクをおかす必要がある。ジョージに会う、というリスクをおかしたくないので、私はここにいる。こういう危険及び確率概念が入ってきます。あるいは「生命保険会社に支払い請求をする際に明言された見込み」というのをリスクということとなります。

あるいは「責任」という意味があります。at your own riskといった場合には、あなた自身の責任でというふうになりますので、リスクという概念と責任という概念は非常に近いところにあるということです。

それから、リスクの動詞です。she risksとか、you risks と動詞で使うのですが、「危険のなかに身を置く。損失の機会をもつ」というのが動詞で使うときにあります。あなたはたばこを吸うことによって自分の健康をリスクにさらしている。彼女は溺れた子供を救おうとして、自分の生命を危険にさらした。あるいは「何らかの不快な結果をもたらす機会をもつ」、もし彼らが今選挙をおこなったら、深刻な敗北をするリスクをおかすことになる。自分の上司を批判することによって、彼は職を失うリスクをおかしている。あるいは「ある種の危険や損失をもたらす覚悟をもって行動をおこす」。

ここで名詞と動詞を紹介しましたが、リスク概念、「発生確率」及び「見込み」と「不確実性」が非常に深い関係を持っていることがわかります。

自然科学の蓋然性をとらえるときに確率というものでとらえるのですが、その事柄が実際に起こるか否か、真であるか否かの確実性の割合を数量化したものが確率です。リスクは、それに対して予測に対する「境界」引きをします。境界を引くためには何らかの保全のため、守るべきものへの価値判断があって、有人か無人かの話がありましたが、その境界引きの判断は自然科学だけでは決まりません。プロパーではあまりリスク概念は使わないです。疫学や技術の社会と関係のある社会の場面ではそれを使うようになると考えることができます。

続いて、ベックという人が、社会学のリスク論で、『危険社会』という本においてリスク概念を出しました。ここでも、ある負担がまだ堪えられる状態のものか否かの境界をどこに、どのように引くべきなのか、その境界線をひくために、

規準にはどの程度の妥協が許されるのか。経済上の利益を満たすために、環境に壊滅的な被害をもらたしかねない状況を黙認すべきなのかどうか、何が必要なことで、何が変更可能なのかという線を引くことが社会との接点においてリスク社会を考える上で大事になっています。

ベックのリスク論のポイントは、科学的合理性と社会的合理性を区別することであって、かつ社会的な視点を強調することでした。工学的な数量的リスク評価と社会的側面のリスク評価、ともに協同して科学技術の社会受容ということを考えてときには考えていかななくてははいけません。そこで、科学的合理性はということかということ、数量化し表現することが可能な、ある特定の危険を推定することが目的になります。それに対して社会合理性の方は、「科学に問うことはできても科学に答えられない」ということが、特に技術の最先端においてはよくあります。例えば先ほど樋口委員のプレゼンテーションの中に、確率論によるのか、それとも技術の未熟さによるのかわからない場面があるというのがありました。が、そもそも今の段階では答えられないということがあるわけです。それについて社会の判断に対して情報公開しなければならない場面もある。そういうときには社会的合理性の方を使わなくてははいけないのではないかと考えられるわけです。

本日、いろいろな確率を計算し、ディシジョン・メイキングについての手法がいろいろ紹介されましたが、これはあくまで企業の中のディシジョン・メイキングという形で閉じています。それに対して、我々は公共の事業で、国民の税金がかかっているわけですから、それを行うかどうかのディシジョン・メイキングは、決して企業の中で閉じてはいないし、我々委員会の中で閉じてもいいけないし、どこかでオープンにして判断を仰ぐということが大事になってくると考えられるわけです。

そのときにリスク論というのは、自然科学リテラシーによる技術的側面だけではなくて、社会科学リテラシーの導入も必要だし、社会システムの視点の導入も必要になってきます。何か失敗したとき、例えば事故が発生したときに、何々が悪いという因果関係やババ抜きだけで解決してはいけなくて、その死角を生んだ社会システム全体を見直す必要があるとか、安全評価への市民参加、安全プログラム作成プロセスへの透明性やオープン性ということも議論されなくてはならないというわけです。

不確実性というものを扱うときに、ほかの分野ではどんなことが議論されているかの例を御紹介します。例えば有害物質の人体影響として、大気汚染防止のために排出される煤塵の大きさを何ミクロン以下に規制するかということを考えます。本当ならば2000年においてXミクロン以下の煤塵摂取群とXミクロン

以上の煤塵摂取群は、2010年に疾病になった群とならなかった群に分けて、Xミクロン以上の煤塵摂取群の疾病がXミクロン以下のものよりもものすごく大きければ、Xミクロンで規制することに意味があるだろうということが疫学のプロスペクティブ・コホートという考え方で行っているものです。

本日、村上技師長からバックキャストिंगというおもしろい考え方が紹介されました。我々は、今の時点で先のことを予測しなくてはいけないという形で不確実性というものが出てくると思います。

ところが、実際には人間を使ったコホート研究はできないし、10年も観察していられないため、今、判断を下さなくてはいいけません。根拠となる実験データの多くは、実験動物を使ったデータですが、人間への影響を推定する時に、数カ月程度の観察で得たデータで、数年のオーダーで推測しなくてはいいけないため、不確定要素を含んでしまいます。

農水省では、「遺伝子組み換え食品はどこまで安全か。その規制をどうするか」ということで、「実質的同等性」という概念が使われているのですが、既存の食品と「機能」が同じならば安全と認めましょうということです。本当ならば、長期にわたる経口摂取でその安全性を確かめなければならないが、その毒性評価ができないので、科学者は問いに答えることができない。

現代の科学技術と社会の接点で起きている問題の特徴は、科学技術者には答えられなくて不確定要素を含むのだが、「今、現在」、決めなければいけないことです。決して技術の未熟さというものではなくて、今の段階の技術では予測できないことということとはたくさんあるわけで、それを科学的合理性の限界と考えます。そういう状況で公共による意思決定をしなければいけないときに合意を得るまでのいろいろな民主的手続、例えば議論への参加であるとか、議論の透明性及び公開性がどの位担保されているのかとか、あるいは意思決定における手続が明確化されているかどうかということになると思います。

例えばこの委員会であれば、委員の選択プロセスは明確か、委員会の議事全体から報告書が作成されるプロセスにおいては手続が明確化されているかどうか、あるいは作成された報告書が実際の意思決定や施策に適用されるプロセスが明確化されているか、そういうところで判断されると思います。

科学技術が社会受容されるために何が大事か。まずリスクを誠実に見つけ、限界をきちんと説明するということです。今、科学技術者に問うことはできても、きちっと答えることができないものがあります。それを本当にそのプロジェクトを実施するかしないかという社会の判断に任せるとしたら、そのためのデータをきちんと表示することが大事なのではないかと考えられます。

リスク論の話をしないときには、ロジックチャートで中長期戦略から各種プロ

グラム、プロジェクトへおりてきて、それぞれの技術的短期評価、あるいは社会的長期効果を評価して、これがリーズナブルに動いているかどうかということが1つのアカウンタビリティになると言いました。リスク論の観点からすると、この一方方向の矢印だけではなくて、むしろ逆に短期効果と長期効果の後ろの方を、まず今できるところまで予測して、そして何らかのプログラムを選択しなければならないときに、公共の判断、あるいは社会に対して意思決定をオープンにする必要があります。そのときに我々はどういうものを提供できるかということが国民に対するアカウンタビリティに関する1つの評価の指針になるかと思っています。

【栗木部会長】 ありがとうございます。

ただいまの御説明につきまして、御意見、御質問等がございましたらお願いいたします。

【市川特別委員】 評価の専門家の人材養成のお話でしたが、2つに分けて考えたときに、個別領域の専門家で、非常に深い知識を持っている人に評価論を教育していくのと、評価論の専門家が個別領域に足を踏み込むのと、それは別にしておいて評価の専門家と個別領域の専門家を突き合わせればいいという考え方について、その3つのどれがいいかと言えるのでしょうか。

【藤垣特別委員】 それについては1つのブリッジがあります。プロパーの人は評価指針に対する非常に一般的な知識しか知らない。ところが、本当に技術の評価するためには、特化した知識がないとできません。だから、おそらくは、そこでたくさんの協力、あるいはブリッジワークが行われます。おそらくは一般論から入っていった、それは少しここでは使えませんよという現場の意見を吸収しながら、最終的な評価指針を作っていくという形になるのかと思います。

【市川特別委員】 社会的リスクとか、あるいは社会的なアカウンタビリティに基づいての判断ということになると、結局、物事は、ヘーゲルではないですが、社会的な合理的意思決定の問題になって、そこでは科学者とか技術者というのはデータ提供者であると割り切ってしまうてよろしいですか。裏返して言えば、社会的決定における問題、難しさは全部抱え込んでいる時に科学的、あるいは技術的なデータ、情報というものはどういう意味を持つのでしょうか。

【藤垣特別委員】 それは非常にクリティカルな問題ですが、科学技術者は、今現在、提供できるギリギリのところまではデータを提供する。科学者に問うことができ、科学者に答えることはできないと言いましたが、だからといって、科学者抜きで判断できるものでも全然ないわけですよ。だから、科学的データの限界という言い方をしますと、そこまでしか言えないというイメージがありますが、今出せるギリギリまでのデータを出して、そこから先は私たちも予測が不可能で

すから、いろいろな利害関係者がいろいろな状況を予測して、みんなの合意を作っていくましようということです。科学者も、一般市民も平等でありましようというのが私のモデルです。

【市川特別委員】 そうしますと、一遍そういうデータを出した後は、科学者としての責任を果たして、社会の意思決定に参画する立場で言えば、科学技術のエゴというものをそこでは出していいわけですね。

【藤垣特別委員】 そのとおりです。市民による確率予測の例として、専門家パネルがいて、専門に限らず有識者パネルがいて、かつ市民パネルがあって、利害関係者パネルがあります。「イギリスにおける農業と食糧危機の未来」という、例えば放射線照射したジャガイモは大丈夫ですかという市民技術予測がありました。その場合の利害関係者に相当するのは、消費者、農民なり、国立の食糧研究所であり、農協であり、マーケット同盟であり、肥料の作成者の同盟であり、農民の同盟であり、食料品会社だったわけです。宇宙開発では、利害関係者パネルとして宇宙開発事業団が入ったり、住友電工が入ったりするかと思いますが、平等な形で専門家が入り込んで、科学者の意向を主張することになると思います。

【栗木部会長】 このリスク管理の話は、言葉としては極めて社会になじんでいますが、リターン管理とか、リターン評価というのはあまりなくて、比でコストパフォーマンス等が評価されます。それが一企業の内部で閉じていれば、村上技師長さんの話のように、かなりクリアな答えが出てくるとと思いますが、社会という観念でとらえますと、リターンはバリュー・フォー・マネーであり、セルフ・インプルーヴメントをどう行って引き出したかということでリターンをどう見るか、社会のコンセンサスとしてのリターンを育てるところが難しいではないかという感じがするのですが、その辺はいかがですか。

【藤垣特別委員】 非常におもしろく、かつ答えるのが難しい問いですが、ロジックチャートの短期効果、長期効果というところに、明らかにリスクの側面だけではなくて、リターンも入っています。それを計量して何らかの形で評価をするということは、例えばアウトカムという言葉を使ったり、インパクトという言葉を使ったりしてリターンを計測しています。

ところが、今、栗木委員からの御質問というのは非常に広いものを含んでいまして、この評価の場面だけではなくて、社会的合意形成におけるリターンをどう評価するかというお話でした。そこまで広げますと、この各種ステイクホルダーによってリターンの見積もりが違ふ場合があります。その場合には、ここで利害調整を行っていかなくてはならないと思いますので、それこそベクトルがいろいろな方向を向いている利害関係者たちが合意できるところまで議論をしないと、リターンの方向性、ベクトルを合わせることはなかなか難しいのではないかと思います。

います。

農水省のコンセンサス会議でも、最初はそれが議論になりました。最終的には、そういう作物を開発することによって、社会全体が得られるリターンはどのなのかということを合意すれば良いのではないのでしょうか。

【山之内特別委員】 ステイクホルダーの階層がいろいろございます。日本の宇宙開発のミッションは何かという意見は、階層によって随分違って来るのでしょうか。

【栗木部会長】 いわゆる意思決定者がカスタマーで、そこが最終的な評価を受けます。つまり、最後に審判を受けるのは基本戦略で、そこがステイクを持つのではないかと思います。評価の階層性ということをおっしゃいましたが、フローダウンしていくに従って、どこにリスクがあるかという注目点はかなり微に入り細に入ります。なおかつそれで集約して上の方に来て、大きなプログラムなりプロジェクトがどういうリスクを持っているか、それをあえて冒すか冒さないかはリターンとの天秤にかけて、最終的な意思決定になるのだらうと思います。従って、各レベルが、それなりに責任を持つわけですから違うのではないのでしょうか。

【山之内特別委員】 基本政策は明示されているのですか。

【栗木部会長】 明示したと思います。それでいいかと問われますと、首がかかっていますからということだと思います。

階層性というのはフローダウンしたときに、カスタマーから出発してプログラム、プロジェクトレベル、あるいはそのシステムまで落ちてくるのですが、そのハンドシェーキングがよっぽどしっかりしていませんと、受け渡しがどこかで途切れてしまうことが一番怖いわけです。チャレンジャー事故は、あるところで情報が切れてあれだけの事故が起きました。

このプログラム・マネジメントでは階層性、あるいはその間の受け渡しをどう行うかということは力説されるのですが、実行してみますと、階層性を突き抜けて行きつ戻りつすることが非常に大事だという感じがします。プロジェクト管理について、ミンツバーグの論文を読みました。ハーバード・ビジネススクールで教わったその手法をベトナム戦にマクナラマ大先生が適用しました。しかし、前線基地の泥田でいかに兵士がもがいているかという情報を御存じなかった。そこにアメリカがベトナム戦で苦戦をした大きな原因があるということを書いている人がいました。

それでは、プログラムレベルの高い位置にある人が前線の泥田にまで足を踏み込んで、兵士と一緒にそこを共感できるかどうかの問題だと思います。前回、上杉委員が技術の意外と細かいことは最終的な失敗につながるとおっしゃいました。先ほどの各レベルのステイクスだけで管理できるかは大変難しいと思い

ます。システムが大きくなればなるほど、この問題は浮かび上がってくると思います。

【藤垣特別委員】 今のお話は、評価の専門家と現場の技術者との協力をどこまでするかという話とも関係します。評価の専門家は、階層性の上の方からブレークダウンして、それこそベトナム戦争の現場を知らない上官のようなところから評価を始めるものですから、それと現場技術者の階層の一番細かいところとのリンクをどうするかというのはア類推ができるのではないかと思います。

【栗木部会長】 それでは、本日は大変有効な議論が、3つのプレゼンテーションにあったと思います。本日のいろいろな御議論をもとにして、またさらに進めていきたいと思います。

【福田企画官】 第3回は、4月12日の午前、第4回は4月23日の午後ということにさせていただきたいと思います。第3回は、NASAの方にプロジェクトの評価について、宮村先生から信頼性の観点からの評価について話していただくと思っております。

それから、3月22日と3月23日に政策研で評価に関するセミナーがございまして、ここで議論していただいている内容と密接に関係しておりますので、御希望がございましたら、ご出席の程よろしくをお願いします。

【栗木部会長】 本日はどうもありがとうございました。

- - 閉会 - -