

これまでの審議における主な意見
(案)

平成13年6月21日

1. 開発の進め方と品質保証の強化に対する取り組み

(1) 開発方策

我が国の宇宙開発は経験年数・実績ともに少ない。このような状況を踏まえて、H - ロケット 8 号機打上げ失敗などの教訓を活かし、高い信頼性を確保する開発方策（潜在的な事象を顕在化させる方策、シミュレーションの高度化、等）を工夫する必要がある。

- 開発ではある確率をもって発生する事象があり、経験年数が十分にあればどこかで顕在化して対処できるが、日本のように圧倒的に経験年数・実績が少ない場合は、それを顕在化させる手法、アルゴリズムを考える必要がある。
- 実験は限られた条件の下で行われるテストであり、この実験を支える理論（シミュレーションもその一部）はどうなっているか。すなわち、信頼度や仕様範囲の幅、何倍やれば絶対に壊れないという保証をどうやって出すかが課題である。
- 現在の技術ではシミュレーションが困難な部分（ターボポンプのキャビテーション発生など）についても、今後、もっと実験に近いシミュレーションができるようにする必要がある。
- （H - II 8 号機の事故では、今までの実験範囲を超えた状況によって破壊が起こってしまったことを受けて、）過去の開発プロセスをどう書き換えたら実験範囲を超えた状況が試験段階で浮かび上がるかという見地から、経過をもっと分析的に検討して、今後の開発に役立てて欲しい。

(2) 技術マネジメントと評価体制

開発実証された技術についてはこれをできるだけ維持し、設計の変更にあたっては慎重に対処する必要がある。

また、開発過程で発見された技術課題については、学術研究へのフィードバックを含めて徹底的に究明する仕組みをつくる必要がある。

さらに、開発の過程において開発当事者では気づかない点を的確にアドバイスするメカニズムを構築する必要がある。

開発技術の凍結と改善

- 技術は実証に優る価値はないので、実証された技術は凍結するぐらいの基本的方針を貫くことが重要である。
- 改良したつもりでもかえって悪くなる場合があるため、新設計と元設計とを同じ条件で実験して、明らかに改良できたことを確認すべきである。

開発過程で発見された技術課題への対応

- 開発過程で発生した未知の現象に対して、これに興味を持って徹底的に追究していく仕組みが我が国のプロジェクトの中に欠けている。
- プロジェクト実施中に発生した様々な未知の事象をきちんと学術の世界にフィードバックして、知的基盤を向上させていくというメカニズムを作ることが必要である。

開発当事者に外からアドバイスするメカニズムを構築

- 研究開発では、開発担当者にアドバイスをするような評価（内輪でなるべく厳しく評価する）と、独立した立場でやや冷徹にみる立場の評価の二段階があり、これを上手く組み合わせることが大事である。
- NASDAの中に、技術を冷静に見て、プロジェクトに対して的確なアドバイスができるメカニズム（組織、体質）を築くことが必要である。
- （ソフトウェアの製作を例に）、製作者の思い込みを排除するためにいろいろな人の目を通すことが重要であり、業務を切り分けて

独立した評価が必要である。

- 設計の評価については、かなり初期段階で基本的なものを見るようにしないと、時間的にフィードバックがきかない。

(3) 単品生産の品質管理

宇宙開発のような単品生産では、大量生産品で用いられている統計的品質管理手法を適用することは難しく、単品生産に適した品質管理手法を検討することが必要である。

- 宇宙開発には、大量生産で開発された品質管理手法は適用できないのではないかと。したがって、設計や開発のエンジニアは製造現場の作業にもっと深く入り込んで行くアプローチが必要である。
- 宇宙開発のような単品生産の場合は、NASDAが品質管理の方針をつくり、これを製造現場に浸透させるべきである。
- 品質保証担当を現場に派遣する場合、現場で同化したら全く意味がないので、時間的に分けることなどで独立性を保てるようにすることが必要である。
- 我が国の宇宙開発のように企業間の競争があまりないところで如何に品質を確保するかという視点が必要である。

(4) 事故・不具合の教訓活用

事故や不具合が発生した場合には、その背景要因まで分析的に遡り、トータルシステムとして問題がなかったかを究明し、対策をとる必要がある。また、それらのデータを蓄積し、今後の開発や分析手法の高度化に活かすべきである。

- 開発から打上げまでのトータルシステム（含 組織、意思決定プロセス）として問題がなかったかという視点が必要である。
- 個々の失敗の背景要因を総合的に分析することが重要。また、それぞれのトラブルが個々の対策によって解決できるかどうか、過去の不具合、失敗の総合的な事例集に基づいた対策を採るべきである。
- 例えば、ノズルスカートの腐蝕について、単に「ある潤滑剤を使用すると腐蝕する事実が分かった」で終わるのではなく、「この現象を知るべき立場の人がなぜ知らなかったのか」まで解明すべきである。
- （H - 118号機の事故では、今までの実験範囲を超えた状況によって破壊が起こってしまったことを受けて、）過去の開発プロセスをどう書き換えたなら実験範囲を超えた状況が試験段階で浮かび上がるかという見地から、経過をもっと分析的に検討して、今後の開発に役立てて欲しい。
- 様々な不具合に対する改善策が、それで十分かという評価が必要である。

2. 企業との役割・責任関係の見直し

(1) NASDAと企業との役割分担の明確化

NASDAが開発のすべての役割を担うことは現実的でなく、NASDAの役割を出来上がったもののチェック(検査や検証)などに重点化し、企業により多くの役割を分担させ、その結果として企業が自立して、国際的に競争できる企業になることが必要である。

また、そのために契約形態などについても検討する必要がある。

NASDAの業務の重点化

- 現実的にはNASDAがスペックを完全にして指示をなるべく完全なものにすることは、いくら努力しても難しいので、出来上がったものをチェックする検証(検査の標準、やり方等)等に重点をおいて取り組む方がいいのではないかと。

企業の責任と自主性

- 企業との関連において「NASDAの承認を得る」という言葉があるが、NASDAがこれで良いという承認を与えると、企業はNASDAの監督員に認めてもらうことだけが大事という精神構造になりがちなので、NASDAは確認すべきだが、承認すべきではない。(検査員についても同じ)
- 企業と責任を分担するのであれば、もし問題が出た場合、どこまで責任を問うのかまできちんと決めないといけない。(金を払わない、次のものをただでもう一つ作らせる等)

契約形態等の見直し

- 契約形態と監督・検査制度の改革の方向性はいいが、具体的にどうするかが課題である。
- トラブルが起きたときの求償制度などが必要であり、企業との契約にはペナルティとインセンティブ(ボーナス)の双方を与えることが必要である。

国際的に競争できる企業の育成

- 将来、我が国が世界に伍するロケット打上げの技術力を国としてキープするつもりなら、1つか2つの国際的に競争できる企業が育つような体制を目指して、開発を進めていくことが必要ではないか。

(2) N A S D A と 企 業 が 一 体 と な っ た 取 り 組 み

NASDAと企業が同一の目標に向かって一体感を確保するとともに協働で取り組むことが重要である。

一 体 感 の 確 保

- 事業団とメーカー双方のトップが一つの方針を出して、それを共有する姿勢が重要である。
- 相互に相手に踏み込んで、「一体感」、「運命共同体」という認識を両者が持つ必要がある。

メ ー カ と の 協 働

- NASDAからのトップダウン的なアクションとメーカーからのボトムアップ的なアクションのバランスがとれて、初めて本当にいいものができる。
- NASDAとメーカーの複合チームがあたかも一つの事業体であるかのような管理が必要である。
- 品質保証の基本であるplan-do-check-actionのループがNASDAとメーカーの間で途切れないようにすることが必要である。

(3) 企業における取り組み

NASDAがいくら仕様を定めて検査しても限界があり、技術的に不完全なところはものづくりを担うメーカーの自主的な活動で補われるものであり、製造メーカーにおける体制が重要である。

また、熟練技術者に頼っているところは、情報技術（IT）を活用するなどして、できるだけ形式化、マニュアル化し、確実に製造できるようにする必要がある。

- 実際に物をつくっている会社の体制が強化されているかどうか成功のキーポイント。
- 技術的な指示の不完全なところは、通常、物づくりを担うメーカー側の自主的な活動（現場の小集団活動、改善提案等）で補われるものであり、メーカー現場の対応（人の教育、品質に関する意識の高揚など）が重要である。
- NASDAがいくら仕様を定めて検査をしても限界があり、メーカー自体が問題をボトムアップ的に解決していかななくてはいけない。
- 情報技術（IT）を活用して、熟練技術者に頼っているところを形式化して情報化し、確実に製造できるように努力すべきである。

3. 技術基盤の強化に対する取り組み

NASDAは宇宙開発プロジェクトの開発機関として自ら保有すべき技術を明確して、これに関して内部で専門家を育成するとともに、外部から優秀な人材を招聘するなどして、技術基盤の強化に努めるべきである。

保有すべき基盤技術

- 宇宙に関する全ての技術について、NASDA内に専門家を持つとすることは非現実であり、開発に当たって、どういう点を押さえなければならぬかをシステムとして判断できる専門家を育てることが必要である。細かい部品の特殊なものまで、専門家を自前で持たなければならないと考えるのは間違い。
- NASDAにとって大事なものは何かという点をピックアップして強化するアプローチをとると効率的である。

専門家の内部への取り込み

- 外部の人は当事者能力がないので、外部との連携・協力を頼っていても、宇宙開発のような難しい事業は達成できないのではないか。人材の育成では間に合わないと思われるので、技術内容の分かる専門家を早急に内部に取り込んではいかがでしょうか。

4. 高度情報化の推進に対する取り組み

(1) 優先順位付けとリソース

情報化については緊急に必要なものと中長期的に必要なものを分け、優先順位を付けて効果があがるものから取り組むというアプローチをとる。

また、その際にはリソースの確保などに十分配慮する必要がある。

優先順位づけ

- ロードマップを作成して、優先順位を付けて本当に効果の出るものからやって行く。
- 情報化は一朝一夕にできないので、H - Aロケットの開発・打上げを軌道にのせるために緊急に役立つものに的を絞って実施すると、成果も見えてくるし、意欲も湧いてくる。このようにメリハリをつけて実行に移すと上手くいくと考える。

リソースの確保

- 人員の増加は難しいと思うが、NASDAの高度情報化案を進めるにはそれ相当の専門的人的を確保する必要がある。
- 現実的な対応を考えると最近のソリューションを担当する企業にアウトソーシングすることも検討すべきである。

(2) データベース化と技術蓄積

データベースはそれぞれの部署で使い易い形で作成し、これを一元的に管理する方策をとる。また、技術はNASDAで蓄積され、その技術が企業に展開するというループを形成すべきである。

- データベースは集中型ではなく、分散型でそれぞれの場所で使われるデータベースでなければならない。そして、それらのデータベースを結ぶアーキテクチャーをしっかりと作る必要がある。
- データベースは単につくるということよりもこれをどうやって使っていくかということが重要であり、作成の初期段階で、誰が、どういう目的で、どれくらいの頻度で使うかなどの分析が必要である。
- NASDAは宇宙開発を先導していくという意味で、NASDAで技術が蓄積され、その技術が企業に展開するというループを形成すべきではないか。

5 . 専門的人材育成に対する取り組み (1) キャリアパスと人材育成制度

組織横断的な人材育成制度の適用に当たっては、優秀な専門家にはそれに相応しい処遇と、キャリアパスとして専門家集団に入った方が有利であるというようなインセンティブが働くようにすることが必要である。

また、人事制度には柔軟性をもたせ、適宜見直していくことが必要である。

インセンティブ

- 優秀な人材にはそれに相応しい処遇が必要であり、また、専門家集団に入ったほうが昇進面など全体として有利だという仕組みにしないと、優秀な人は集まって来ないし、優秀な人材も育たない。

柔軟な人事制度

- 人間の問題であるから、組織横断的な人材育成制度を具体的に実行するに当たっては柔軟性（同制度の見直しも含めて）を持ってやっていくことが必要である。
- 民間と官公庁の一つの大きな違いは、官公庁の場合はまず組織があって、その組織に合うように人を代えていくという思想ですが、民間の場合はその人に合わせた組織を作っていくという柔軟性がある。後者のように柔軟性をもたせることが必要ではないか。

(2) 外部における能力強化

内部における能力強化策と同時に、国内外の機関に職員を派遣して外部で能力強化を推進すべきである。

- 内部で資質をアップするということと同時に、外で資質をアップするということが考えられ、後者には民間企業や国際的な交流、特にNASAとの交流などで、人材の質をアップすることができる。

6 . リスクの明確化と社会との共有

開発において成功を100%保証することは非現実的なので、確認できている点と確認できていない点を明確にして、国民にその情報を提供し、国民が、潜在するリスクをある程度共有するプロセスが必要である。

- 確認できているところと確認できていないところをはっきりさせ、確認できていない点は、関連するところに情報を公開して共有する手法をとるべきである。
- たとえ、NASDAが実行あるいは計画している品質管理をうまくこなしたとしても、学問的に未解明なところは残るだろうから、絶対に大丈夫ということにはならない。従って、ここまでは努力しているということを示し、後は国民にある程度納得して頂くというプロセスが必要である。

以上