

一般社団法人日本機械学会

東日本大震災調査・提言分科会  
進捗状況報告

2013年5月31日

日本工学会平成25年度公開シンポジウム

一般社団法人日本機械学会 会長 矢部 彰

# 分科会設置の経緯

- 2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震がもたらした災害について、第88期理事会は緊急にタスクフォースを設置。
- タスクフォースより今回の災害についての調査・提言を行う分科会の設置提案(2011年4月理事会承認)。

**設置期間: 2011年4月～2013年3月**

## 調査分科会の構成

主査 白鳥 正樹 (横浜国立大学)

幹事 吉村 忍 (東京大学)

ほか100名以上の委員



一般社団法人

**日本機械学会**

The Japan Society of Mechanical Engineers

**東日本大震災調査・提言分科会**

# WGの構成

- WG0 地震と津波の特徴(担当:入倉)
- WG1 機械設備等の被害状況と耐震対策技術の有効性  
〔主査;藤田 聡(東京電機大学)〕
- WG2 力学体系に基づく津波被害のメカニズムの理解  
〔主査;吉村 忍(東京大学)〕
- WG3 被災地で活動できるロボット課題の整理  
〔主査;大隅 久(中央大学)〕
- WG4 被災地周辺の交通、物流分析  
〔主査;鎌田崇義(東京農工大学)〕
- WG5 エネルギーインフラの諸問題  
〔主査;小泉 安郎(信州大学)〕
- WG6 原子力規格基準等の課題と今後の方向性  
〔主査;森下正樹 (日本原子力研究開発機構)〕
- WG7 地震、原発事故等に対する危機管理  
〔主査;近藤恵嗣(福田・近藤法律事務所)〕



一般社団法人

日本機械学会

The Japan Society of Mechanical Engineers

東日本大震災調査・提言分科会

# 長期的視点からの提言を作成する活動 (理事会直属)

- ① 将来のエネルギー源・エネルギー利用に関する定量的評価と提言(主査: 矢部副会長)
- ② 人工物に対する信頼性・ロバスト性の確立と危機に対する管理制御方法(主査: 岸本副会長)
- ③ 工学を社会に対して適正に説明する方法とそのための機械技術者の人材育成(主査: 金子筆頭副会長)
- ④ 「福島原発事故の教訓から学ぶ工学の原点と社会的使命～安全・安心社会の構築に向けて」(主査: 柘植日本工学会会長)



一般社団法人

日本機械学会

The Japan Society of Mechanical Engineers

東日本大震災調査・提言分科会

# 「日本機械学会東日本大震災調査・提言分科会」 冊子版

- 序 東日本大震災合同調査報告書編集委員会委員長 和田 章
- 合同編集委員会委員名簿
- まえがき 日本機械学会東日本大震災調査・提言分科会主査 白鳥正樹
- 分科会委員，執筆者，編集協力者名簿

## • [大震災に学ぶ機械工学のあり方に関する提言]

- 提言Ⅰ 大規模システムのシステム・インテグレーション
- 提言Ⅱ デザインベースの考え方，“Beyond”への対応
- 提言Ⅲ リスクコミュニケーションの課題
- 提言Ⅳ 規格・基準のあり方

## • DVD版報告書の概要および各WGからの提言

- はじめに
- 地震と津波の特徴 (WG0)
- 機械設備の被害状況と耐震対策技術の有効性 (WG1)
- 力学体系に基づく津波被害のメカニズムの理解 (WG2)
- 被災地で活動できるロボット課題の整理 (WG3)
- 被災地周辺の交通・物流分析 (WG4)
- エネルギーインフラの諸問題 (WG5)
- 原子力規格基準等の課題と今後の方向性 (WG6)
- 地震・原発事故等に対する危機管理 (WG7)



## 現在の進捗状況

- ・各WGの報告書(概要、提言および本文)はほぼ出来上がっている。後は付表、および全体の体裁の統一等、編集上の仕事が若干残っている。(DVD版とする予定、A4サイズ2段組みとして約400ページ)
- ・各WGからの提言を基にして、大局的視点から見た提言案を作成中。どのようにまとめるかの議論をして次ページpptの案を得ている。
- ・現在この案に沿って提言の具体的文章を作成中。たたき台はできているが、分科会の中でピアレビューをしていただき、最終案にまとめる予定。

# [大震災に学ぶ機械工学のあり方に関する提言]

I 大規模システムのシステム・インテグレーション

II デザインベースの考え方, "Beyond"への対応

III リスクコミュニケーションの課題

IV 規格・基準のあり方

## I 大規模システムのシステム・インテグレーション

原子力発電設備のような大規模システムは、例えば耐震設計あるいは耐震健全性評価というような視点から見ても、地震学、津波学、土木工学、建築学、機械工学、材料学等の様々な異なる専門分野の知識を集めてこれを統合化することが必要である。

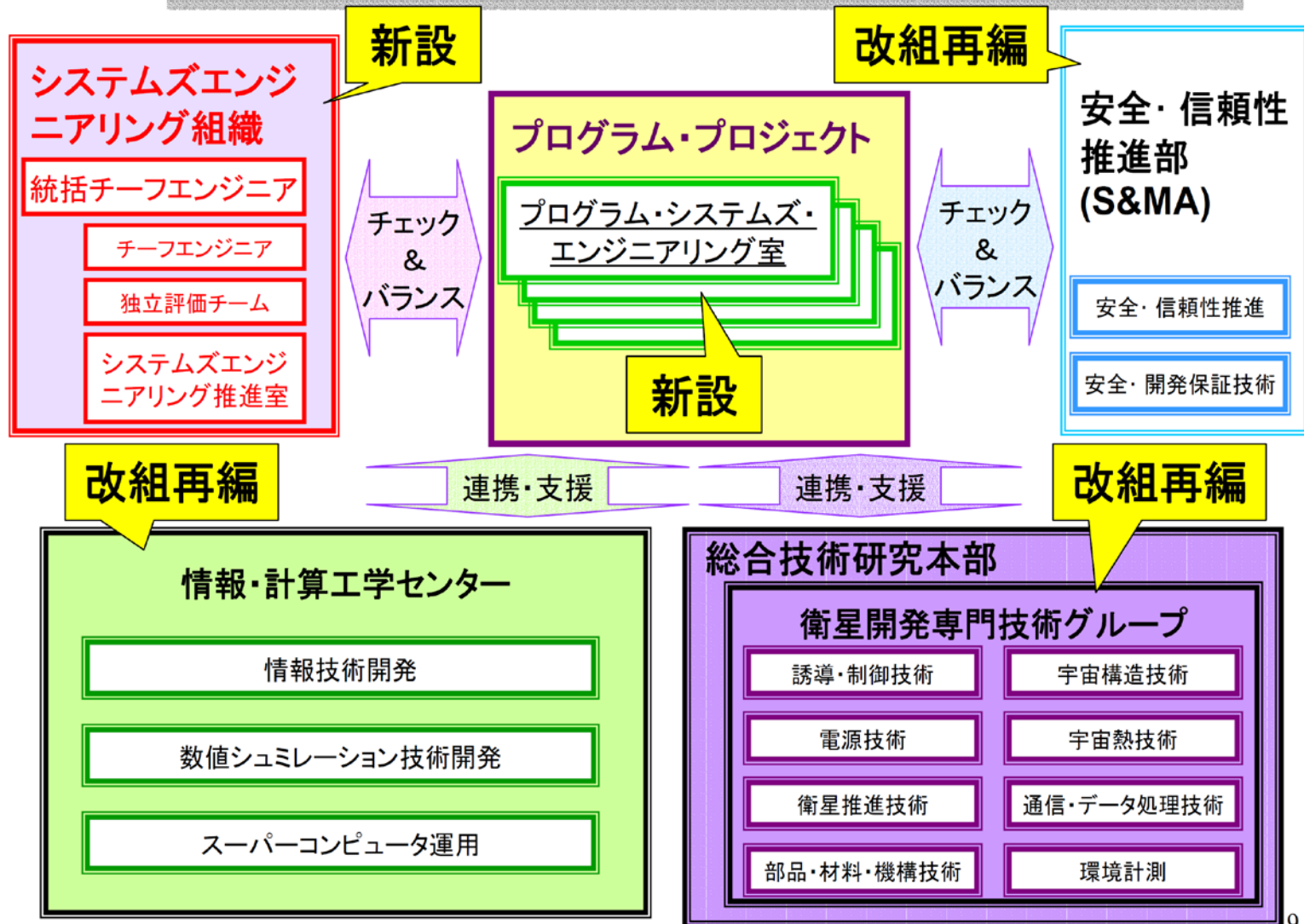
このたびの地震と津波による被害の状況を見てわかることは、ハザードが大規模システムの異なる専門知の隙間に存在する弱点を衝いて、被害が発生していることである。

それぞれの分野に詳しい専門家はいるが、全体を俯瞰的に見て、特に異なる専門分野の隙間に存在する弱点を抽出できる技術者を育てることが重要である。

>>>「分析の科学」から「設計の科学」へ



# 組織改革(プログラム・プロジェクトの支援体制の強化)



## Ⅱ デザインベースの考え方, "Beyond"への対応

人工物の設計においては仕様を決める段階で, その人工物が生涯にわたって経験するであろう外力の最大値等を「**想定して**」はじめて設計を行なうことが可能になる. 外力が地震や津波などの自然のハザードによる場合, この「想定値」を超える場合もありうる. ここで二つの問題が生じる.

- (1) どのように「想定値」(**安全目標**)を決めるのか.
- (2) 「想定値」を超える事象が発生した場合にどのように対処するのか. (Beyond Design Basis)

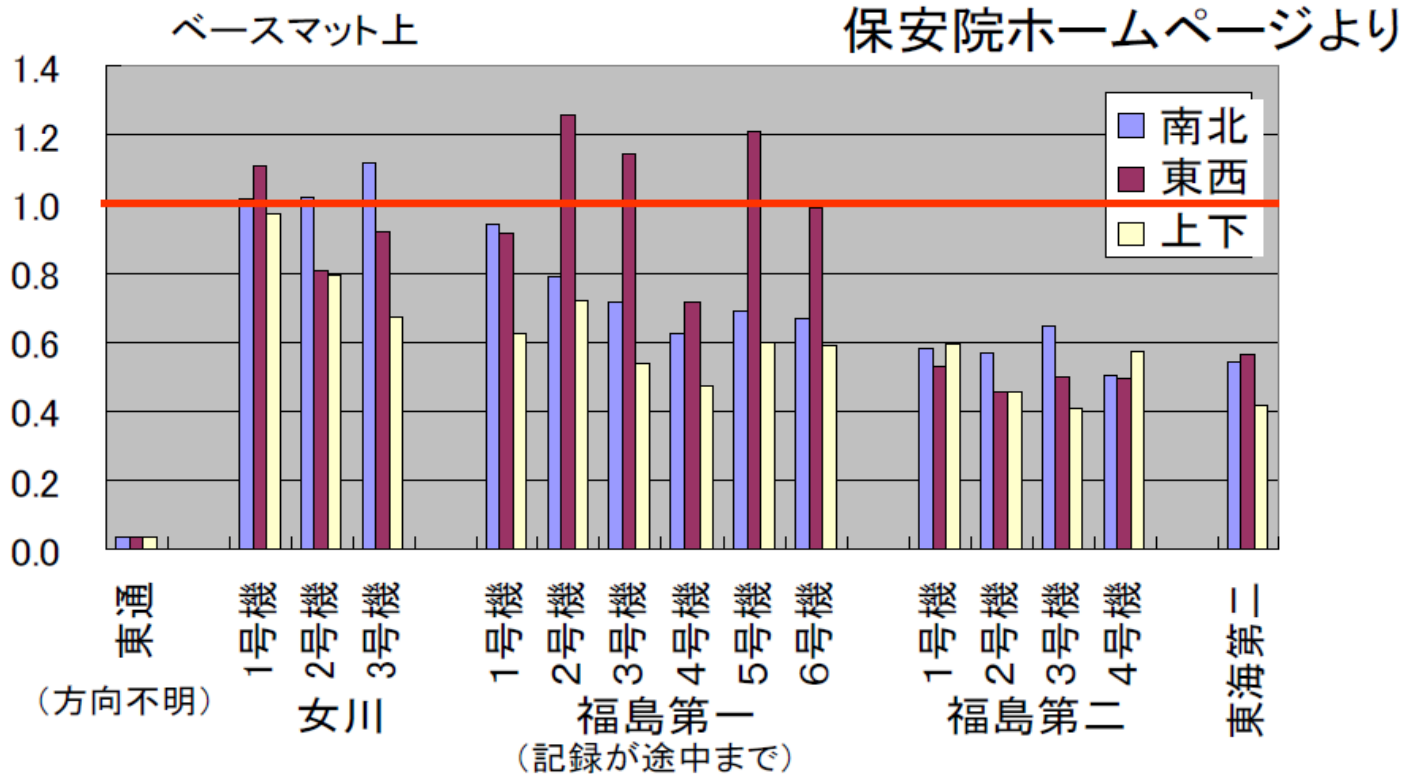
# 将来の大規模地震に対する備え

(日本機械学会東日本大震災調査・提言分科会報告書第2章概要より抜粋)

東北大震災以後の、大規模地震・津波に対する備えの取り組みとして、中央防災会議では、想定できなかったM9の巨大地震によって甚大な人的・物的被害が発生したという教訓から、今後の防災対策では、古地震学的調査などの科学的知見に基づき、あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波を検討することとしている。

津波対策については、発生頻度が高く津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波(L1津波)と、発生頻度は極めて低いものの甚大な被害をもたらす最大クラスの津波(L2津波)の二つのレベルの津波を想定することとした。L1津波については人命保護に加え、住民財産や地域の経済活動の保護のために、防波堤などのハードの整備を、L2津波については、住民などの生命を守ることを最優先してハザードマップ・防災教育・避難所などのソフト的な整備を行うこととしている。

# 基準地震動 (Ss)と観測された地震動の比



Important Components have no damage

Seismic Design worked well, under current knowledge

## Ⅱ デザインベースの考え方, "Beyond" への対応

(2)「想定値」を超える事象が発生した場合にどのように対処するのか。

(2)については原子力の分野では「**深層防護 (Defense in Depth)**」と呼ばれている。原発の施設では

①異常発生防止, ②異常拡大防止, ③異常影響緩和, ④シビアアクシデント対応, ⑤防災

の5層の深層防護により対応することがIAEAにより推奨されていた。

このうち①～③は想定範囲内の事故(これを**Design Basis Accident, DBA**という)でわが国では国の規制事項として厳格な管理が行なわれていた。

これが万全であるために④および⑤(これを**Beyond Design Basis Accident, DBDA**という)は起こるはずがないとされていた(絶対安全神話)。

しかし実際には炉心溶融を伴うシビアアクシデントが発生し、放射性物質の環境への放出による住民の避難を余儀なくされた。

④および⑤に対する事前の十分な備えがなかったことが被害を大きくしたといえよう。

## 2.4 シビアアクシデント(過酷事故)対策

### 苛酷事故(の防止と緩和)に対応する規格基準の整備

深層防護レベルとプラントライフサイクルにおける民間規格

深層防護 のレベル と目的	レベル1 異常発生 防止	レベル2 異常の制御と 故障の検出	レベル3 設計基準内 事故の制御	レベル4 苛酷事故 の制御	レベル5 放射性物質放 出の影響緩和
プラントライフサイクル	<div style="border: 2px solid blue; border-radius: 20px; padding: 10px; text-align: center;"> <p style="color: red; font-weight: bold;">これまでの民間規格の守備範囲</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">材料規格, 溶接規格, 設計建設規格</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">維持規格</div> </div>			<div style="border: 2px solid red; border-radius: 10px; width: 80px; height: 150px; margin: 0 auto;"></div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p style="color: red; font-weight: bold;">新たに民間規格の整備が必要な領域</p> </div>
立地					
基本設計					
詳細設計					
製作据付					
運転					
廃止措置					

機械学会 発電用設備規格委員会  
における取組み

#### 苛酷事故対応設計ガイドライン

- 外部事象により原子力発電所がシビアアクシデントに陥った状況においても安全要件を満足するために必要な対策設備の要求事項を取り纏めたもの
- 可搬型電源の強化対策, 炉心冷却, 注水機能の強化等について規定

#### 苛酷事故時構造健全性評価ガイドライン

- 原子力発電所がシビアアクシデントに陥った状況においても格納施設の構造健全性は確保されるべきであり, そのための評価手法と判断基準を取り纏めたもの

機械学会は他の学協会と協働して, 苛酷事故に関して必要な規格基準の全体像を体系的に整理するとともに, 優先度の高い個別規格基準類の整備に取り組んでいる。

### Ⅲ リスク・コミュニケーションの課題

- 機械工学に限らず，ある技術が社会に受け入れられるためには，当該技術の安全性を社会を構成する市民がどのように認識しているのかということについて技術者が強い関心を持つ必要がある。
- 一般に，**市民の認識と技術者の認識の間には乖離**がある。技術者がこの乖離に無頓着でいるとき，市民は必要以上に技術の危険性を感じて拒絶反応を示す可能性がある。
- この技術者と一般市民との認識のギャップを**リスク・コミュニケーションの課題**ととらえて，以下に何故今我々がこの問題に取り組む必要があるかについて述べる。

### Ⅲ リスク・コミュニケーションの課題

- その代表的な例として、すでに前節で述べた「想定」に対する理解の違いがあげられる。
- 科学技術の成果が人工物として社会に実装され、人々の日常生活の中でその恩恵にあずかることが当たり前になっている現代社会において、一般市民はそれら人工物の便益を享受するのみで、人工物が作られている根拠となっている科学技術の基本を理解しているわけではない。
- 科学技術のカバーする範囲が広がれば広がるほど、また深まれば深まるほど、これを正しく理解することはほとんど不可能である。
- すなわち人々は人工物が作られる根拠となっている科学技術の基本原則をブラックボックスとして受け入れている。



### Ⅲ リスク・コミュニケーションの課題

この状況を打開するためには、専門家は人工物を計画する段階で、それによって得られる便益とともに内在するリスクを正しく予測して社会に発信し、あらかじめ社会の了解を得ておく必要がある。すなわち

- ・リスクを正しく予測してそれに対処する技術(リスクマネジメント)、および
- ・リスクを正しく一般社会に発信して社会の了解を得る技術(リスクコミュニケーション)

の二つの技術を身につける必要がある。これは単に技術者、研究者個人が身につける素養であるばかりでなく、大学、企業、あるいは国などの組織の単位についても言えることである。

## IV 規格・基準のあり方

我が国の規格・基準はその元をただすと、**欧米の規格・基準に端を発するものが多い。**

これは歴史的に見て、明治以来欧米の技術に学び、これを導入してきた経緯からして当然の（止むを得ない）帰結である。

また**官主導**で規格・基準が定められ運用されてきたために、一度決まった規格・基準の内容を科学技術の進歩に合わせて適宜更新していくこと**(バックフィット)**が行われにくいという事情があった。

## IV 規格・基準のあり方

我が国のこれまでの規制に関しては、大きな流れとしては当初の国がすべてを管理する規制の体制から、1990年代半ばになって国の規制は「性能規定」化して具体的な技術規格等は学協会等の民間規格にまかされるという規制緩和が行われ、この変更により日本機械学会においても発電用設備規格委員会を発足させて機械学会が関与する範囲において規格・基準の策定および改定に関わってきた。

学協会は産官学の専門家が集まる場であり、これらの協力によりバックフィットが行われやすい体制が整えられたということができよう。

## IV 規格・基準のあり方

大学の研究者:

論文を書いてIFの高い雑誌に投稿することで評価される  
規格・基準の活動には関心が薄い

企業の技術者:

規格・基準の活動に積極的であるが、学会などの場では中立性がないとして、主査などの主要な役割に就くことができない

規格・基準の事業に産学が協力して取り組み、日本発の質の高い標準として世界に発信していくことが重要であると考えている。

## 今後の予定

- ・当初は6月中に発行予定であったが若干遅れ気味
- ・8学会合同編集委員会（日本地震学会，日本地震工学会，土木学会，日本建築学会，地盤工学会，日本都市計画学会，日本原子力学会，および日本機械学会）の中ではトップバッター
- ・遅くとも6月中には編集作業を終えて出版社に渡したい
- ・8月初めには理事会に手渡せることを期している
  
- ・9月の年次大会にて報告会を開催
- ・11月のASME IMECEにて金子前会長がPlenary Speechをすべく交渉中