

# 地質リスク・エンジニア(GRE) 養成講座

## 講義1 地質リスクマネジメント(概説)

地質リスク学会  
特定非営利活動法人地質情報整備活用機構

### GRE養成講座を始めるに当たって

- 地質技術力とマネジメント力の投入により地質リスクに起因する事業損失の回避、予防、低減に寄与する極めて公益性の高い役割を担う意義があります。
- これは、地質調査業にとって最上流戦略であり新しい領域の創造になります。
- それを担う役割が「地質リスク・エンジニア(GRE)」です。

## 講師プロフィール

小笠原 正継(おがさわら まさつぐ)

1952年生まれ、  
アデレード大学(オーストラリア)大学院  
博士課程修了、Ph.D.  
専門:地質学

通商産業省工業技術院地質調査所および  
独立行政法人産業技術総合研究所地質  
調査総合センターでは鉱物資源関連プロ  
ジェクト、国際共同プロジェクトでの研究を  
行う。

全国地質調査業協会連合会技術委員会  
地質リスクワーキンググループの委員など  
歴任。  
地質リスク学会副会長(2016年)  
技術士(総合技術監理部門、応用理学部  
門)、APEC Engineer (Mining)、第1種放射  
線取扱主任者などの資格を有する。



### 目次

- 1.1 地質リスクとは - その概念と意義 -
  - 1.1.1 リスクとリスクマネジメント、および地質リスクの定義
  - 1.1.2 地質リスクマネジメントが必要とされる背景
- 1.2 地質リスクをマネジメントする  
- 発注者と受注者の役割 -
- 1.3 地質リスクエンジニア(GRE)の認定と活用
- 1.4 地質リスクの取組み経緯

## 1.1 地質リスクとは -その概念と意義-

### 1.1.1 リスクとリスクマネジメント、 および地質リスクの定義

## リスクという用語

- リスクという用語は様々な分野で使用されており、その分野毎に少し異なる意味を持つ。
- そこで、まずリスクに関する一般的な定義を理解し、次に地質リスクの定義について示す。

## 様々なリスクとその分類例

1. **被害の種類による分類:** 環境リスク、労働災害リスク
2. **業態による分類:** 商業リスク、銀行リスク、(装置産業リスク)
3. **製品・商品による分類:** 金融リスク
4. **影響の形態による分類:**  
火災リスク、爆発リスク、建築物倒壊リスク、プラント故障リスク、納期遅れリスク、在庫リスク
5. **ハザードによる分類:**  
地震リスク、台風リスク、風水害リスク、以上湯水リスク、落雷リスク、危険物リスク、環境汚染物質リスク
6. **対処法の種類による分類:**  
戦争/内乱/クーデタによるリスク、経済混乱によるリスク、外貨不足によるリスク、投資リスク、事業リスク、為替リスク、研究開発リスク、カントリーリスク、信用リスク
7. **管理部署による分類:**  
安全防災リスク、環境リスク、労働安全リスク、人事リスク、衛生管理リスク、法務リスク、広報リスク、システムリスク、事務リスク  
(野口, 2009)

## リスクに関連するマネジメント

### リスクマネジメント(Risk management)

リスクを分析・評価し、リスクへの適切な対応を検討するマネジメント

### クライシスマネジメント(Crisis management)

事故や危機的な状況が発生したときの適切な対応

### 事業継続マネジメント(Business continuity management)

不測の事態に遭遇した場合の対処法を事前に決めておき、事業の継続を図る

## リスクとリスクマネジメントの用語と定義の例

リスク

リスクマネジメント

リスクマネジメントシステム

### リスクの定義例

米国原子力委員会： リスク = 発生確率 × 被害の大きさ

マサチューセッツ工科大学(MIT)： リスク = 潜在危険性/安全防護対策

ハインリッヒの産業災害防止論：

リスク = 潜在危険性が事故となる確率 × 事故に遭遇する可能性

× 事故による被害の大きさ

## リスクマネジメントに関する 国家規格(JIS)および国際規格(ISO)の推移

1996年 JIS/TR Z 0001 危機管理システム

2001年3月 JIS Q2001 リスクマネジメント構築のための指針

2002年6月 ISO/IEC Guide 73 Risk management – Vocabulary  
– Guidelines for use in standards

2003年 JIS/TR Q0008 リスクマネジメントー用語  
ー規格において使用するための指針

2009年11月 ISO 31000:2009 Risk management  
– Principles and guidelines

ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary

2010年9月 JIS Q 31000:2010 リスクマネジメントー原則及び指針  
JIS Q 0073:2010 リスクマネジメントー用語

### JISQ2001

2001年に日本工業規格“リスクマネジメントシステム構築のための指針JISQ2001”が制定される

- 組織が行うリスクマネジメントを対象。
- ISO31000の制定に伴い廃止。

リスク： 事象の結果の起こりやすさと大きさ

- リスク分析
  - リスク発見
  - リスク特定
  - リスク算定
- リスクの評価
- リスク対策

### ISO/IECガイド73

リスクマネジメントの用語の標準化を行い、2002年にISO/IECガイド73として取りまとめられた。  
ISO: 国際標準化機構, IEC: 国際電気標準会議

#### “ガイド73:2002”におけるリスクの概念

ガイド73:2002では、リスクを“事象の発生確立と事象の結果の組合せ”と定義

- その事象が顕在化すると、組織等にとって何らかの影響が発生する。
- その事象がいつ顕在化するかについて、発生の不確かさがある。

## ISO 31000:2009 Risk management – Principles and guidelines

リスクマネジメントを実施する組織を継続的に改善するための枠組みとリスクにどのように対処するかを定めたリスクマネジメントプロセスの2つからなる。

### “ガイド73:2009”に示されたリスクの定義

リスク(risk): 目的に対する不確かさの影響

- 何らかの原因(原因の不確かさ)が何らかの条件下(起こりやすさや顕在化シナリオの不確かさ)によって起こる何らかの影響(影響の不確かさ)の可能性をリスクとして定義。
- 安全分野においては引き続き、従来のリスクの考え方(リスクはもともと好ましくない結果を対象とする)を踏襲しても問題はない。

## JIS Q 31000「リスクマネジメント - 原則及び指針」(2010)

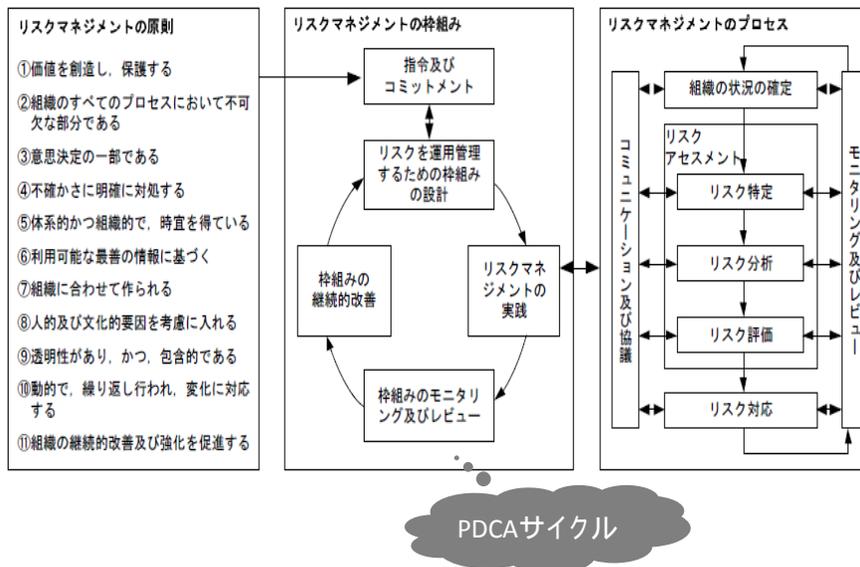
リスクについて、組織を指揮統制するための調整された活動(JIS Q 31000)

単純にリスク管理として捉えるのではなく、組織活動あるいは経営そのものとして位置づけている

### リスクの定義:「目的に対する不確かさの影響」

想定とは異なった不確かさが目的に及ぼす影響を言っており、場合によっては好ましい方向へのズレ(乖離)もリスク

## リスクマネジメントの原則、枠組みおよびプロセスの関係 (ISO 31000)



## リスクの要素(1)

リスクとは好ましくない影響の大きさ(重大さ)とその発生確率により表されることが多い。

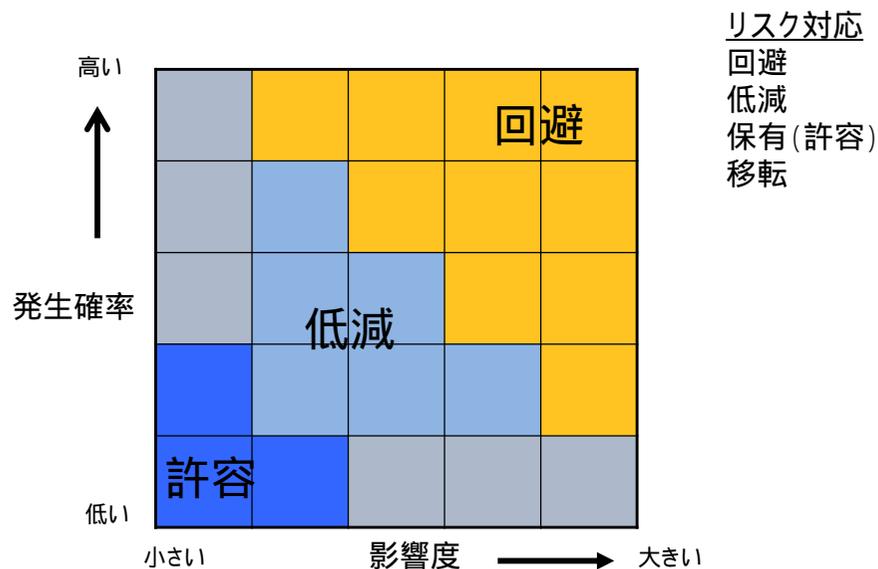
発生確率: 起こりやすさ

影響の大きさ: 影響度、影響規模

リスク = 発生確率 X 影響の大きさ(影響度)

Risk = likelihood X consequence

## リスクマネジメントにおける一般的対応



## リスクの要素(2)

- リスク = ハザード × 暴露
- リスク = ハザード × 暴露 × 脆弱性

ハザード(危険要因): Hazard

暴露: Exposure

脆弱性: Vulnerability

## リスク低減対策におけるリスク要素検討の役割

$$\text{リスク} = \text{ハザード} \times \text{暴露} \times \text{脆弱性}$$

例:

**ハザードの低減:** 地すべりの発生確率の高い斜面において対策工事を実施する。

**暴露の低減:** 火山噴火はハザードとしてとらえられるが、火口周辺への立ち入りを規制する。地すべり地域を横断する予定の道路のルートを地すべり地域を避けたルートに変更する。

**脆弱性の低減:** 地震ハザード評価で危険とされているが、十分な免震構造の建物であればリスクを低減できる。

$$\text{リスク} = \text{ハザード} \times \text{暴露} \times \text{脆弱性}$$



リスク低減対策

$$\text{リスク} = \text{発生確率} \times \text{影響の大きさ}$$



リスクマネジメント

## (2) 地質リスク学会における地質リスクの定義

地質に係わる事業リスク、  
特に、コスト増大リスクに着目(コスト縮減への貢献)、事業コスト損失そのものと、その要因の不確実性を指す

地質リスクは建設事業に焦点を当て、その建設コストに極めて大きな影響を及ぼす地質、地盤、地下水などに係る不確実性のこと。

計画、調査、設計、施工ならびに維持管理の各建設段階において、そのリスクを管理することによりできるだけトータルコストを抑えることを主目的としたものである。当然の事ながら、災害や事故を防止することも含まれる。

## 地質・地盤の不確かさの区分と原因

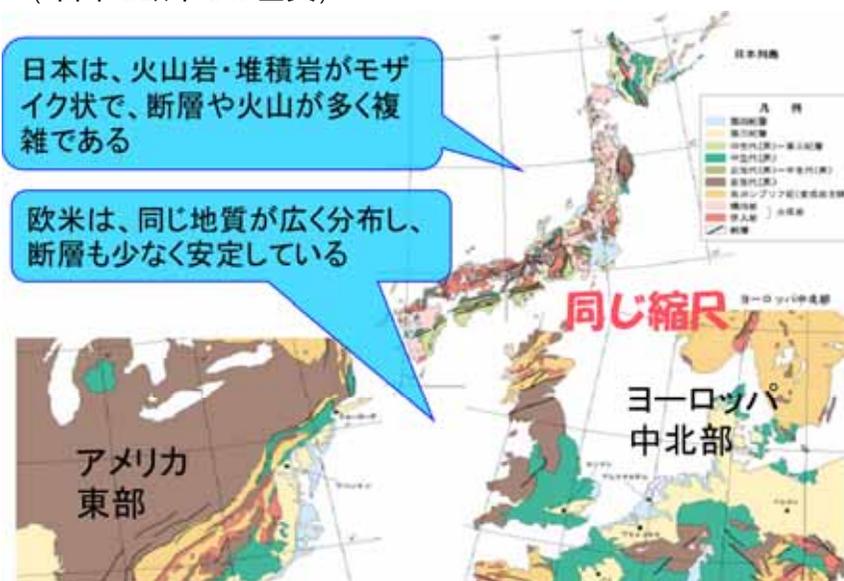
対象区分	不確かさの原因
地盤の調査把握	地盤本来の不均一性、地盤評価の不確実性、調査・試験法の不確実性、測定値から設計値を決定する際の不確実性、データ数に依存する不確実性
地盤の設計・施工・維持管理	計算式の精度、調査・設計・施工法の調和、施工精度、施工中の防災措置、周辺環境、構造物の劣化、社会・経済情勢の変化
自然災害	降雨、地震、火山噴火、津波、高潮、高波、土砂災害、急傾斜地、深層崩壊、海岸・堤防侵食、洪水、台風、都市災害
地盤環境	地下水、土壤汚染、温暖化、地盤沈下
技術力不足・ミス	地盤調査計画、地盤評価、地盤設計、地盤に係る施工などにおける技術力不足やミス

### 1.1.2 地質リスクマネジメントが必要とされる背景

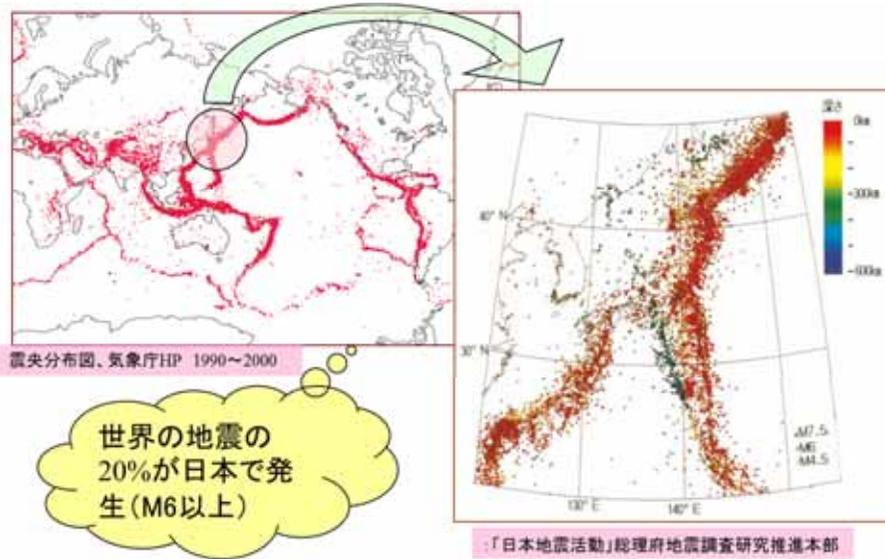
#### (1) 地質リスクマネジメントが必要となる素因と誘因

—特に日本における地質状況の複雑性と地震や火山噴火の多発する環境等—

地質条件の複雑さに起因する不確実性  
(日本と欧米との差異)



## 日本における活発な地震活動（地震発生分布）



## 地球温暖化に伴う豪雨の増加も地質リスクの誘因となる

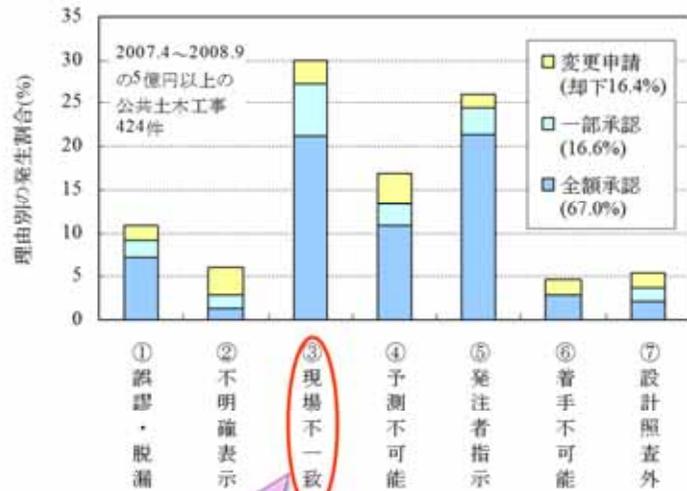


## (2) 発注・契約上の問題

### 公共工事発注者にとっての地質リスク

- 従来は当初条件と異なる場合に比較的容易に設計変更が行われてきた。ところが、地質条件の変更による**工事費増大への見方が厳しく**なってきており、監査で問題になったり、極端な場合、議会承認が得られない可能性もある。
- 工事費が税金からきていることから、発注者としてエンドユーザーである**国民への説明責任**が問われる。

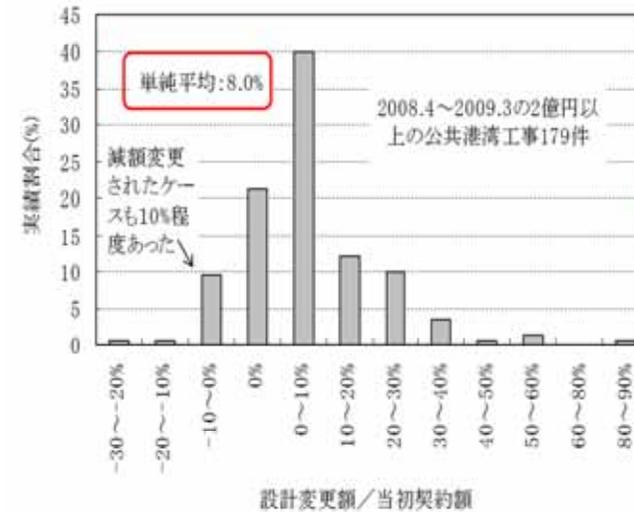
## 工事契約と地質リスク - 設計変更の理由 -



(土工協, 2009より作成)

地盤状況の相違が多い

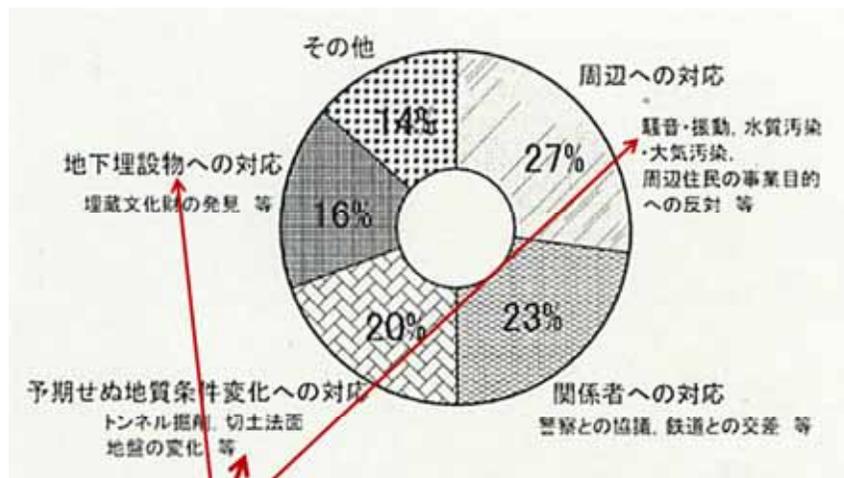
## 工事契約と地質リスク-設計変更額の実際-



(理連協, 2009より作成)

平均で8%の増額  
↓  
変更が得られるかどうかは受注者にとって大きな経営課題  
↓  
発注者にとってはコスト増大

## 道路の工事段階における発生事象



(実成, 2004)

地盤に関するものが多い

## 地質リスクに対する公共工事発注者の責務

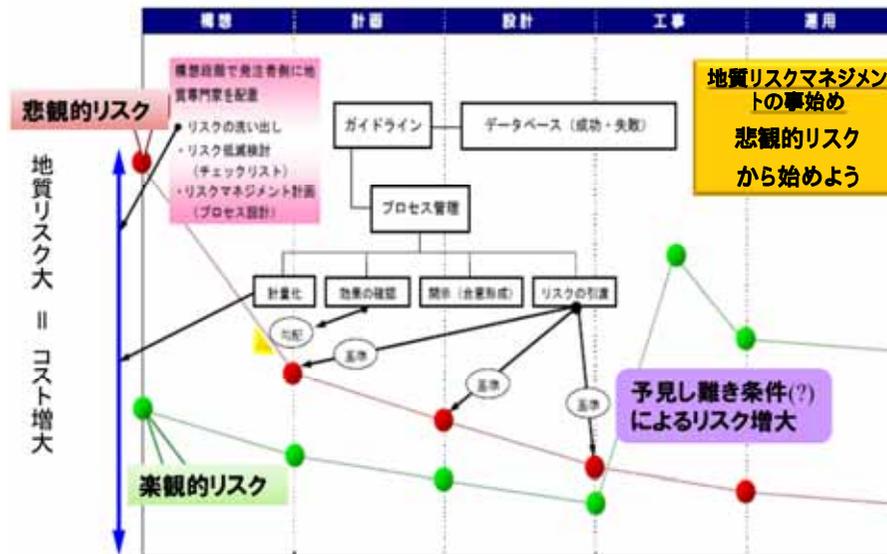
- 工事費が税金からきていることから、発注者としてエンドユーザーである国民への説明責任が問われていることを考えると、発注者が事前に設計変更になりうるような地質リスクの存在を認識しているかどうかは大きな問題
- 一方、最近の工事発注方式であるデザインビルド(DB)やPFI方式の場合の設計変更は、従来のようにすべてを発注者がリスクを負担するのではなく、十分な事前の地質調査を前提として発注者・受注者の双方がリスクを分担する考えもある。したがって、発注前に地質リスクに対する十分な調査・検討を行ったうえで発注時にどのようなリスクが残っているかを明確に把握することが非常に重要

## 受注者にとっての地質リスク

- 調査、設計技術者は、予見すべき地質リスクを予見しなかった場合、瑕疵責任を問われる可能性がある。
- これらの問題に対して保険制度があるが、最近では大きな賠償額を要求されるケースが散見されるため、地質リスクは経営に影響を及ぼす問題としても捉える必要がある。
- 一方地質リスクは、工事受注者にとっては原価への悪影響に直結することがある

## 1.2 地質リスクをマネジメントする - 発注者と受注者の役割 -

### 構想から運用に至る各段階での地質リスクの推移



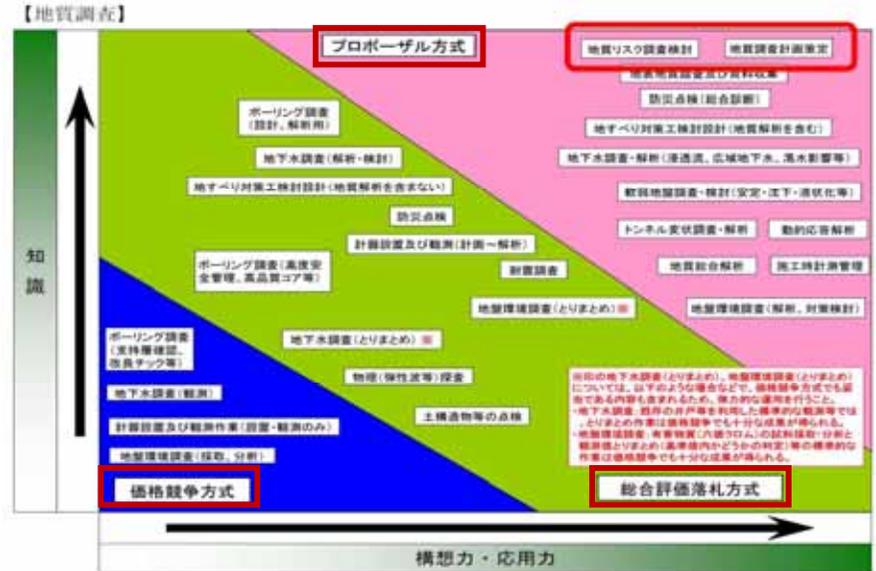
### 楽観的リスクと悲観的リスク

リスクの捉え方	方法	特質
楽観的リスク (従来の方法)	当初から地質リスクを意識せず、予見できないことが生じたら設計変更で対処	成長期のように財政に余裕がある場合は迅速な整備に寄与し合理的であるが、全般にコストが増大する傾向にある
悲観的リスク (新しい方法)	早い段階で専門家の調査・分析が行われ潜在リスクの洗い出し・評価が行われ、リスクを明確にするための調査を行い対応策を検討	当初は多くのリスクを想定し検討することで、リスク対応がなされ過大な設計変更や対策工の回避により全体事業費を抑制できる

## 専門家による地質リスクマネジメントの必要性

- 早めの地質リスクの洗出しが必要な構想・計画段階は、従来は発注者側の技術者が担当していたが、**地質リスクマネジメントの作業は専門家以外では極めて困難**（発注者側における担当者数の減少と担当業務の多様化）
- そのため、地質リスクマネジメントを成功させるためには民間の専門家を、**発注者側の技術顧問として活用**することが有効
- 計画段階以降においては、国土交通省の「**地質リスク調査検討業務**」および「**地質調査計画策定業務**」での地質リスクマネジメント専門家の活用が期待される

国土交通省は平成27年11月24日「建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン」を改定し、「**地質リスク調査検討業務**」および「**地質調査計画策定業務**」を本格実施の扱いとした。



## 1.3 地質リスクエンジニア(GRE)の認定と活用

### 地質リスクエンジニア(GRE)とその認定

#### GRE(地質リスクエンジニア)とは

地形・地質や地盤に関する高度な専門知識と経験ならびにマネジメント力を有する技術者であって、地質リスク学会が認定した技術者

#### 【認定の手続き】

全地連およびNPO地質情報活用機構が主催する本養成講座を履修する。  
履修者は、地質リスク学会が別途定めるGRE認定制度へ申請する。論文審査の課題と提出期限を受け取り、課題論文を提出する。  
地質リスク学会による論文審査に合格したものがGREとして認定される。

## GREの位置づけ



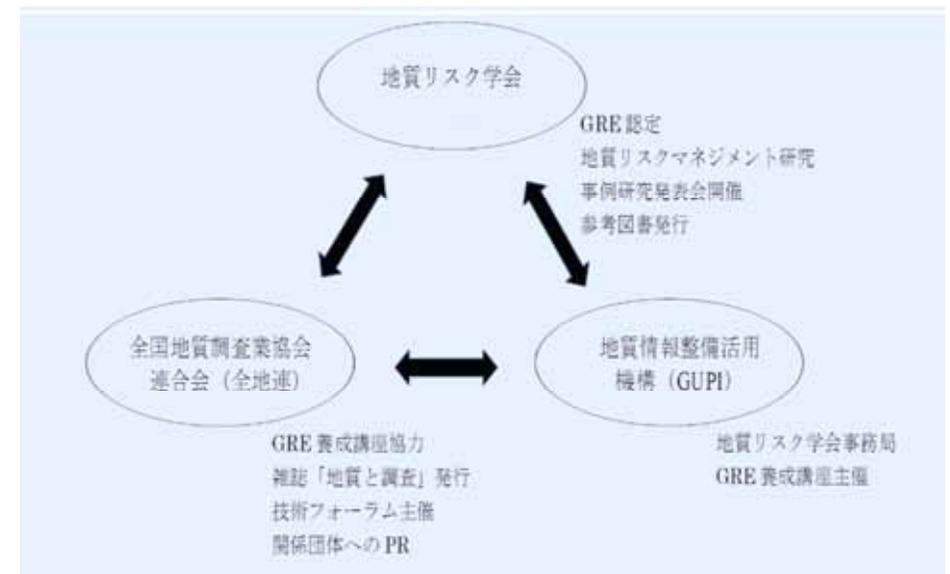
## GREが活躍できる場面

場面(立場) 建設段階	GRE (発注者側 アドバイザー 監督支援)	地質リスク 検討業務 (業務受者)	通常業務 (業務受託者)	備考
計画			-	地質リスクの洗い出し・評価
地質調査				地質リスクの分析のための地質調査計画、リスク評価
設計				設計条件の照査、補足調査の提案
工事	1, 3	1, 2		工事契約に必要な地質地盤条件の整理、リスクの引渡し 1) GBR作成 2) 地質総合解析業務で実施してもよい 3) CMアドバイザーの役割も可能
維持管理				長期の維持管理計画における地質リスクの洗い出し・評価、調査計画、モニタリング計画策定

## 1.4 地質リスクの取組み経緯

## 地質リスク学会と全地連の活動

### 地質リスク関係団体の役割分担



## 地質リスクに関する活動経緯

時期	トピック	活動成果(主催・発行元)
H17	全地連地質リスクWG活動開始	地質に係わる事業リスク検討報告書(全地連)
H18		地質リスクに関する調査・研究報告書(全地連)
H19	地質リスクWGよりアメリカへの調査 団派遣	地質リスク海外調査ミッション報告書(全地連)
H20		地質リスクとリスクマネージメントシンポジウム - 地質 専家の認識における不確実性とその対応 - (産総研地 質情報センター・全地連・地質地盤情報協議会)
H20	地質リスク学会発足	「地質と調査」2008年第2号において地質リスクマネジ メント小特集号発行(全地連)
H22		地質リスクマネージメント入門(オーム社)発刊(地質リス ク学会・全地連) 第1回地質リスクマネージメント事例研究発表会(地質リ スク学会)(以後毎年開催)
H23		「地質と調査」2011年第3号において地質リスクマネジ メント小特集号発行(全地連)
H26	プロボ・総合評価ガイドラインで「地 質リスク検討業務」の試行開始	

## 地質リスク学会の活動内容

地質リスクマネージメントの普及のための  
諸々の活動の推進  
地質リスク及び地質リスクマネージメントの  
効果の計量化、プロセスマネージメントシステム  
開発についての研究の推進  
地質リスク関連データの収集様式及び  
データの蓄積に関する研究の推進  
地質の技術顧問(ジオドクター)制度の検討と促進  
地質リスクマネージメントシステムの構築と  
事業への適用の推進  
年次事例発表会等の開催  
海外交流