

(財) 日本建設情報総合センター研究助成事業

地質リスク分析のためのデータ収集様式の研究
報告書

平成20年8月

高知工科大学 フロンティア工学教室

渡邊法美

まえがき

土木系の社会資本整備事業において、特に土木工事の執行において地質に係わる多様なリスク議論が始まっている。従来より、資源分野、防災分野では地質に係わるリスクは投資との関係において定量的に議論されてきており、地質をリスクとして捉えることは新しいことではない。一方、公共工事において地質は工事費算定条件を提供するもので、かつ予見は困難なことが多い、すなわち予見しがたき事象として設計変更の根拠を提供することが多かった。

ところが、公共工事のコスト構造改革の進展に伴い、事業のより早い段階で地質調査・地質判断を行うことにより工事費を縮減するという考え方が議論され始めた。すなわち、事業の全工程において発現するかも知れない「コスト増大要因」を事業の一番はじめの（構想）段階で予測し、出来るだけ早い時期に対策を講じる（リスクマネジメントを実施することによって、工事に着手する前にリスクをある基準以下に抑制しようとするものである。このようなマネジメントを事業プロセスに導入するためには、その投資効果を計量化する技術、プロセスを管理するシステムとあわせて技術的判断を下すことができる地質専門家が必要と考えられる。

地質リスクを計量化しプロセスマネジメントを行うための手法の開発にあたっては、膨大な事例の分析が必要と思われるが、現在、我が国においては地質をリスクと関係付けて整理した事例データベースは存在しない。このため、事例を収集・記述するための様式を作成し、情報を共有できる環境を構築することを提案した。

研究の遂行に当たっては、リスクの計量化など先行して研究している全国地質調査業協会連合会の技術委員会と連携をとった。

研究の成果としては、地質リスクをマネジメントした事例、マネジメントすべきであった事例などをデータとして記録する様式を検討し、様式化のプロセスを示した。本研究は、地質リスクの体系、用語の定義などが不確定な中で、先ず様式の原案を用いて事例を実験的に記入し様式を修正していく手法をとった。

公共工事における地質リスクマネジメントは、本来官庁（発注者）が責任をもって実施してきたものであり、今後もその役割は変化するものではないが、コスト改革に対する国民の期待に一層応えるためには、発注者の側に専門家と技術を集積し、発注者責任を全うしなくてはならない。

本研究においては様式を確定するまでには至らなかったが、地質リスクマネジメントの考え方とそれを記録する様式の作成手順は提案できたと考える。また、様式を確定する上での課題・宿題も整理できたので今後このような研究が広く行われることを期待したい。

平成20年8月
研究責任者 渡邊 法美

助成研究者紹介

わたなべ つねみ
渡邊 法美

- 現 職：高知工科大学 フロンティア工学教室 教授（工学博士）
- 主な著書：①日本の建設産業（金本良嗣編）第7章「建設サービスのコストと品質」（日本経済新聞社、平成11年）
- ②新しいリスク・不確実性マネジメントプロセスの開発とその応用可能性（土木学会・第22回建設マネジメント問題に関する研究発表・討論会講演集、平成16年）
- ③リスクマネジメントの視点から見たわが国の公共工事入札・契約方式の特性分析と改革に関する一考察（土木学会論文集F・Vol.62・No.4、平成18年）

おがさわらまさつぐ
小笠原正継

- 現 職：（独）産業技術総合研究所 主任研究員（理学博士）
- 主な著書：①地質図の社会的価値・米国地質調査サーキュラー1111（日本語訳版）および米国における地質図の経済学的評価の動向（地質調査総合センター研究速報、平成18年）

ながの まさのぶ
永野 正展

- 現 職：高知工科大学 教授（工学博士）
- 主な著書：①冬期における破碎帯地すべり地での1m深地温調査について（共著、昭和56年）
- ②南海地震対策におけるジオ・コンサルタンツの役割（平成16年）
- ③枯渇しないエネルギー資源の開発とその実用化（平成19年）

いわまつ あきら
岩松 暉

- 現 職：NPO地質情報整備・活用機構 会長（理学博士）
- 主な著書：①社会資本整備のコスト縮減における地質調査の役割（鹿児島県地質調査業協会第22回技術講演会資料、平成16年）
- ②NPO地質調査整備・活用機構における地質情報の収集整備（日本地質情報学会シンポジウム資料、平成17年）
- ③Geoparkと地質遺産の保全・活用（地球環境、平成17年）

目 次

まえがき

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 1. 研究概要 | 1 |
| 1-1 背景 | |
| 1-2 目的 | |
| 1-3 研究方法 | |
| 1-4 研究成果 | |
| 2. 事例収集 | 12 |
| 2-1 文字情報による事例収集 | |
| 2-2 対象事例 | |
| 2-3 事例のまとめ方 | |
| 3. 事例研究 | 17 |
| 3-1 海上橋梁下部工工事(A) | |
| 3-2 ダム建設事業の事例(A) | |
| 3-3 県道トンネル掘削工事(B) | |
| 3-4 林道改良工事における斜面崩壊事例(B) | |
| 3-5 高規格道路堆積性硬岩地山の切り土事例(B) | |
| 3-6 国道道路改良工事(C) | |
| 3-7 トンネル施工の事例(C) | |
| 3-8 軟弱地盤における道路改良工事(C) | |
| 4. 様式の検討 | 83 |
| 4-1 様式 | |
| 4-2 記入例 | |
| 5. 事例研究からみた地質リスクマネジメントの体系的整理に向けた一考察 | 108 |
| 6. 地質リスク計量化のための事例収集と事例区分の意義 | 117 |
| 7. ニュージーランドにおけるリスクマネジメントプロセスマニュアル | 121 |
| 8. JACIC への提言 | 130 |
| 8-1 様式の改良 | |
| 8-2 様式の活用に関する事項 | |

1. 研究概要

1-1 背景

(1) 地質リスク研究の着目点

工事コストのみならず維持管理費を含めた事業コスト、さらに社会的費用、時間的費用を含めた総コストの形成要素・形成プロセス（これらをコスト構造という）の中で、「地質条件そのもの」と「その不確実性」が大きな影響力を持っている。しかし、事業執行プロセスにおいては地質条件の不確実性（予見し難き条件）が故に、地質リスクは顕在化してから対応せざるを得ない、あるいは顕在化してから対応したほうが効率的であると考えられている側面もある。

事業コストと工事コストに責任を有する立場にある者は、専門家であるという社会的責任において、大幅なコスト変化が本当に予見し難き事象であったか、予見できるとしたならば誰がどのような条件のもとで不確実性を小さくできるか、などの議論を提起し説明責任を果たさなければならない。

「リスク」の定義は未だ確定していないが、ここでは「事業コスト損失」そのものと、その要因の「不確実性」の両方をさす。また、「地質リスク」は、「地質（に係わる事業）リスク」と定義した。

地質業界は、地質調査受注者としての側面と、発注者の地質に関する技術的課題への対応を適時担ってきたという側面を持っており、後者が「提言」の習慣となって今日に至っている。今回の「地質リスクマネジメント」は、後者の立場から「コスト縮減」を提言するもので、それを実現する地質技術者は民間人ではあるが、立場は発注者側の「技術顧問」として具現化しようとしている。

(2) 地質リスクに取り組む上での課題

従来の公共事業では、構想段階および計画段階の中盤までは主に官側の技術者が担当し、民間の技術者はそれ以降の業務から参画することが多い。このことは、民間技術者が参画する前に、事業リスクの多くが決定されていることを意味する。

一般に地質調査は民間への発注によって民間の地質技術者が担当するが、民間技術者に期待されるのは計画後の設計条件を設定する役割に止まっていることが多い。

最近、設計変更・事業費増大が議会の合意を得られず工事がストップする事件が起きている。そのため、地質リスクを早期に予測し対策を講じる必要が生じているが、以下のような技術的・政策的課題があり簡単には改善できない。

- ①地質リスクの概念・体系が不明確
- ②地質リスクに係わるデータが不足
- ③リスク計量化手法が未確立
- ④地質リスクを扱う者（地質技術者）の位置づけが不明確
- ⑤発注者の技術を支援する行為（発注者支援）が正業化されていない

(3) 地質リスクマネジメント・3つの要素

地質リスクをタイムリーにマネジメントし、コスト削減を達成するということは、コスト形成プロセス（コスト構造）をマネジメントすることである。そのイメージを図 1-1 に示す。先ず想定されるリスク（悲観的リスクと呼ぶ）を全て抽出し、プロセスに沿って一つ一つ処理し、リスクを低減しながら段階を進めて行くもので、この勾配が地質技術・地質調査の「投資効果」を表現する。この勾配から地質調査妥当投資額を導きたいと考えており、勾配を大きくするために技術顧問・CM（発注者支援者）を雇うことも考えられる。なお、前段階から後段階への移行に当たっては何らかの基準を満足する必要があると考える。

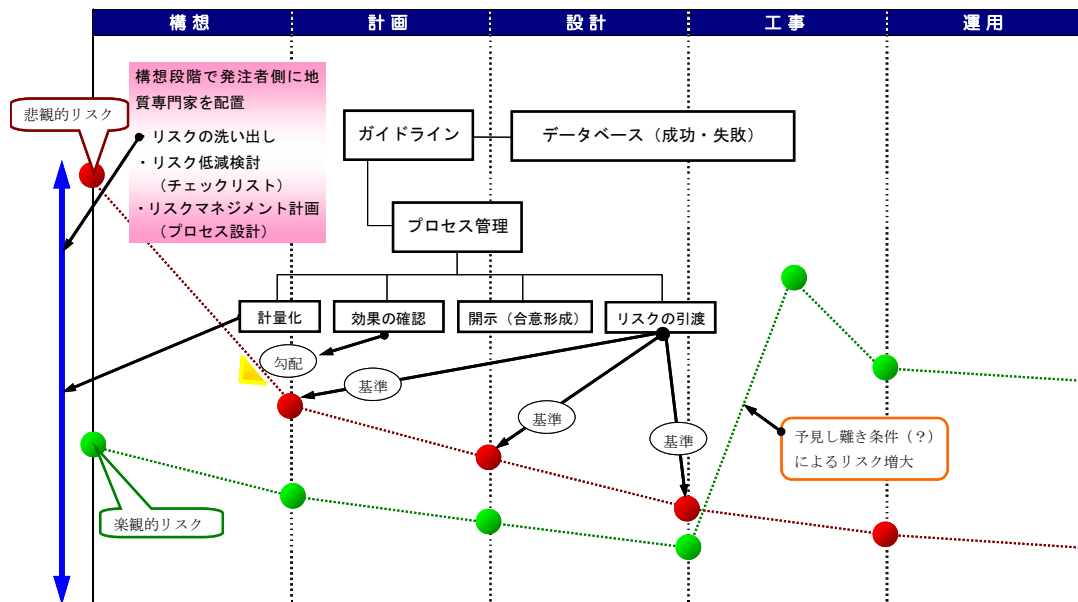


図 1-1 地質リスクマネジメントのイメージ

このマネジメントシステムを運用するためには、以下の3つの要素が必要である。

- ①発注者の側に立つ技術顧問
- ②リスク計量手法
- ③プロセスマネジメントシステム

このうち、地質の技術顧問は、図 1-2 に示すように法務顧問・弁護士、財務顧問・公認会計士と同様、発注者側に位置づけられ、受注者側の地質調査者とは立場が異なる。

上記の3点セット、「地質の技術顧問」「リスクの計量化」「プロセスマネジメントシステム」によって公共工事のコスト構造改革は以下のような進展が期待できそうである。

- ①リスクへの予防措置による工期短縮・コスト削減
- ②楽観的リスクからの出発による工期延長・コスト増大（市民の不信）からの脱皮
- ③事後対応（設計変更など）から事前対応への変更により合意形成に寄与
- ④悲観的リスクから出発するプロセスマネジメントによって説明責任とリスクコミュニ

ケーションに寄与

- ⑤プロジェクトの各段階の後段へのリスク引渡し内容の明確化
- ⑥リスクの事前把握により民間とのリスク取引（PPP）が進展

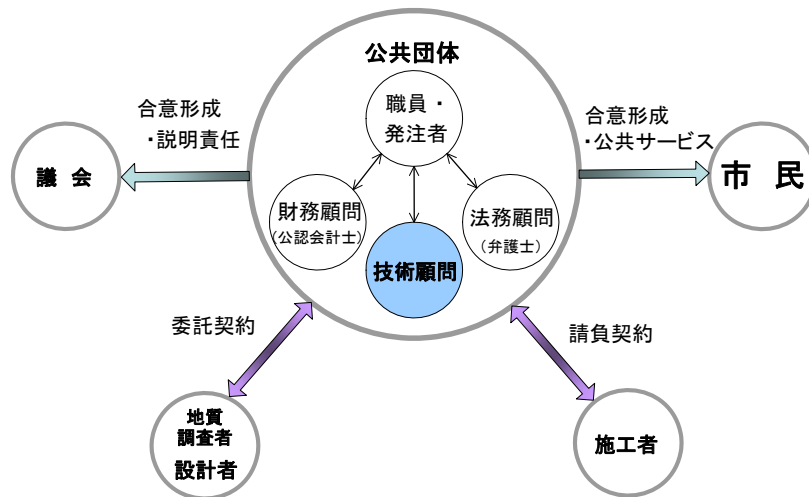


図 1-2 技術顧問の位置づけ

1-2 目的

(1) 本研究の目的(事例収集とデータ様式の作成)

地質リスクマネジメントを「技術顧問」「プロセスマネジメントシステム」によって達成しようとした場合、「リスクの計量化」が最大のテーマになる。リスクの定量的研究を行うためには多くのデータが必要であるが、今までは多くの事例を扱いながら共通のデータ様式で比較分析した試みはほとんどない。

多くの事例を共通のデータ様式で整理する、すなわちデータベースを構築するためには「データ様式」の統一が必要である。本研究は地質リスクの事例を統一的な様式に記述するための「データ様式」を作成することを目的とする。

(2) 事例収集

データ様式検討のための事例を、「地質リスクを回避した事例（Aタイプ）」と「地質リスクが発現した事例（Bタイプ）」に分けて収集した。

Aのタイプは、リスクを管理することによって当初工事費の縮減を達成したもの、

$$\text{効果} = (\text{当初工事費用}) - (\text{変更後工事費用}) - (\text{リスク対応費用}) \quad (\text{式1})$$

と考える。表 1-1 のA表においては「マネジメント効果＝①当初工事費－③変更後工事費－②リスク対応費用」となる。

一方、Bのタイプは、発現した事象（変更後工事費）から、リスク管理を行っていれば（リスク対応費用を掛けていれば）工事費の変更はなかったと推定するもので、

$$\text{効果} = (\text{変更後工事費用}) - (\text{当初工事費用}) - (\text{リスク対応費用}) \quad (\text{式2})$$

と考える。表 1-1 のB表においては、マネジメント効果の算出式に2通りの考え方を示した。先ず、「効果＝②追加工事費用－③リスク対応費用」で表現される効果は、③リスク対応費用を投じることによって②追加工事費用（変更後工事費用－当初工事費用）は掛からなかったと判断するケースである。

もう一つの効果算出式は、リスク対応の有無による工事費用の比較を行うもので、①当初工事費用と②追加工事費用の和と、③理想的な対応を行う費用（想定）と④その上での工事費用（想定）の和との比較を行う。②－③は実際の費用削減額より効果を算出するものであるが、(①+②)－(③+④)は、(③+④)が「理想とするリスク管理」を想定したもので、効果も「想定値」となる。

このように一つの様式（B表）において、データの収集可能性なども考慮していくつかの「効果算出式」を示し実験的にデータを記入してみることにした。

さらに、研究の途上で「リスクが発現した、あるいは発現しそうなので（ここまではB）リスクマネジメントを行って（ここからはA）リスクを最小限にしたケース」をCタイプとして設定することにした。すなわち、

$$\begin{aligned} \text{効果} &= (\text{回避しなかった場合の工事費用}) - (\text{当初工事費用}) - (\text{追加工事費用}) \\ &\quad - (\text{リスク対応費用}) \quad (\text{式3}) \end{aligned}$$

と考える。表 1-1 のC表においては、①当初工事費に、②発現したリスクに対する追加

工事費と③今後発生しそうなリスクを最小限に止めるためのリスク対応費用を掛けることで、④対応しなかった場合の（想定）工事費を回避できたと考えるものである。一連のプロセスにおいてどの費用を①②③に計上するかなど不確定な点はあるが、まずはデータを記入してみることにした。

(3) データ様式の意義

データ収集様式を統一し様式化できるなら、データの蓄積・共有化が可能となり、

- ・地質リスク研究（リスク計量化・マネジメントシステム）の発展
- ・マネジメントツール（ガイドライン・プロセスマネジメントシステムなど）の開発
- ・地質技術の取引・妥当投資の概念導入

などを推進できる。

①公共事業にとって

- ・地質リスク関連データの収集様式を作成し、公共事業のコスト構造改革を推進するためのデータを蓄積する。
- ・データを蓄積することにより、地質リスク低減のためのプロセスマネジメントの検討が促進される。その結果、当該事業の安全性の向上だけでなく、地盤災害の低減が可能となり、国民の安全・安心に資することができる。
- ・工事費変更、事業費変更が減少するとともに、施工条件がより一層明示されることにより入札時のダンピング防止に寄与する。

②J A C I Cにとって

- ・地質に関する新たなデータベースの構築（成功例（地質リスクを回避した事例）、失敗例（地質リスクが発現した事例）など）
- ・建設情報（ボーリングデータとその活用）の価値の研究の促進

オーソライズされたデータ様式の意義のうち、典型的なものを図 1-3 に示す。

A表は、設計変更の経緯の説明やVE効果の計量的証明、すなわち地質の技術顧問の成功報酬の請求書に利用できる他、入札時の技術評価において地質技術者の実績評価に利用できる。

一方B表は、設計変更の経緯説明やコスト増大要因の説明などアカウントビリティの向上に寄与する。一定基準以上のコスト変動に対してB表の登録を義務付けるならば、データを自動収集することができる。

表 1-1 データ収集項目 (案)

(A. 地質リスクを回避した事例)

| | | |
|--------------|--------------|---------|
| 対象工事 | 発注者 | |
| | 工事名 | |
| | 工種 | |
| | 工事概要 | |
| | ①当初工事費 | |
| | 当初工期 | |
| リスク回避事象 | 予測されたリスク発現時期 | |
| | 予測されたトラブル | |
| | 回避した事象 | |
| | 工事への影響 | |
| リスク管理の実際 | 判断(した)時期 | |
| | 判断した者 | |
| | 判断の内容 | |
| | 判断に必要な情報 | |
| リスク対応の実際 | 内容 | 追加調査 |
| | | 修正設計 |
| | | 対策工 |
| | 費用 | 追加調査 |
| | | 修正設計 |
| | | 対策工 |
| | | ②合計 |
| | 変更後工事の内容 | 工事変更の内容 |
| ③変更後工事費 | | |
| 変更後工期 | | |
| 間接的な影響項目 | | |
| 受益者 | | |
| リスクマネジメントの効果 | 費用(①-③-②) | |
| | 工期 | |
| | その他 | |

(B. 地質リスクが発現した事例)

| | | |
|--------------|-------------------|------|
| 対象工事 | 発注者 | |
| | 工事名 | |
| | 工種 | |
| | 工事概要 | |
| | ①当初工事費 | |
| | 当初工期 | |
| リスク発現事象 | リスク発現時期 | |
| | トラブルの内容 | |
| | トラブルの原因 工事への影響 | |
| 追加工事の内容 | 追加調査の内容 | |
| | 修正設計内容 | |
| | 対策工事 | |
| | 追加工事 | |
| | 追加費用 | 追加調査 |
| | | 修正設計 |
| | | 対策工 |
| | | 追加工事 |
| | ②合計 | |
| | 延長工期 | |
| 間接的な影響項目 | | |
| 負担者 | | |
| リスク管理の理想像 | 対応(すべき)時期 | |
| | 対応(すべき)者 | |
| | 対応(すべき)内容 | |
| | 判断に必要な情報 | |
| | 対応費用 | 調査 |
| | | 対策工 |
| | | ③合計 |
| | 想定工事 | 工事概要 |
| ④工事費 工期 | | |
| リスクマネジメントの効果 | 費用(②-③) | |
| | 費用(((①+②)-(③+④))) | |
| | 工期 | |
| | その他 | |

(C. 発現した地質リスクを最小限に回避した事例)

| | | | |
|--------------|---------------|--------------|------|
| 対象工事 | 発注者 | | |
| | 工事名 | | |
| | 工種 | | |
| | 工事概要 | | |
| | ①当初工事費 | | |
| | 当初工期 | | |
| 発現したリスク | リスク発現事象 | リスク発現時期 | |
| | | トラブルの内容 | |
| | | トラブルの原因 | |
| | | 工事への影響 | |
| | 追加工事の内容 | 追加調査の内容 | |
| | | 修正設計内容 | |
| | | 対策工事 | |
| | | 追加工事 | |
| | | 追加費用 | 追加調査 |
| | | | 修正設計 |
| 対策工 | | | |
| 追加工事 | | | |
| ②合計 | | | |
| 延長工期 | | | |
| 間接的な影響項目 | | | |
| 負担者 | | | |
| 最小限に回避したリスク | リスク回避事象 | 予測されたリスク発現時期 | |
| | | 予測されたトラブル | |
| | | 回避した事象 | |
| | | 工事への影響 | |
| | リスク管理の実際 | 判断(した)時期 | |
| | | 判断した者 | |
| | | 判断の内容 | |
| | | 判断に必要な情報 | |
| | リスク対応の実際 | 内容 | 追加調査 |
| | | | 修正設計 |
| 対策工 | | | |
| 費用 | | 追加調査 | |
| | | 修正設計 | |
| | | 対策工 | |
| | ③合計 | | |
| 回避しなかった場合 | 工事変更の内容 | | |
| | ④変更後工事費 | | |
| | 変更後工期 | | |
| | 間接的な影響項目 | | |
| | 受益者 | | |
| リスクマネジメントの効果 | 費用(④-(①+②)+③) | | |
| | 工期 | | |
| | その他 | | |

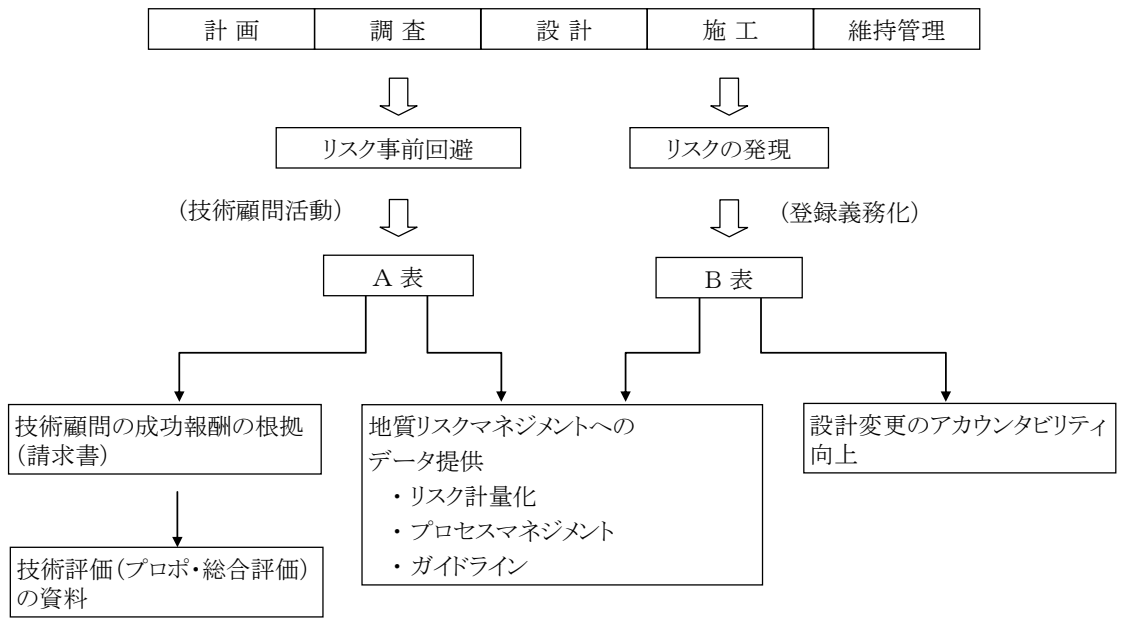


図 1-3 オーソライズされたデータ様式の意義

1-3 研究方法

本研究は、図 1-4 に示す研究全体像の中の太線囲みの部分に相当する。この部分は、地質に係わる情報を扱う公的機関・J A C I Cとの連携が不可欠と考える。

(1) 手順

「リスクの計量化」「因果関係のモデル化」の検討に適していると考えられる事例を対象にデータ収集様式の検討を行った。当初は表 1-1 に示すAタイプあるいはBタイプの事例を収集しようとした。事例分析にあたっては、収集したデータを用いて「リスク」を計量化できるか、「因果関係のモデル」が構築できるか分析し、様式の修正を行った。

Aタイプ、Bタイプの様式の修正とともに、別のタイプの様式（Cタイプ）の提案も行った。さらに、提案した様式（A、B、C）毎に記入例を添付した。また、データの収集方法、作成手順などは、個別の事例分析の中に記述した。

本研究は「様式」の作成を目的としているが、その手順は以下の通りである。

先ず、マネジメント効果を算出するための事例分析にシナリオ（目次）を設定し、このシナリオで書き進め、その結果を様式原案に記入する。原案への記入を通して「データ項目」の不足、「データ項目」の定義のあり方、マネジメント効果の算出方法などを実証的に検討し、様式修正案を提案する方法をとった。

従って優先したのは「事例の分析」であり、様式の検討は「記入し易いように修正する」ことであった。その結果、当初工事費用が確定し難い事例、工事変更（追加工事）と変更後工事の区別が明確でない事例など、様式作成のための考え方を一つにまとめる上での課題が多く生じてきた。本研究においては、これらの課題、不都合な点の抽出を成果の一つと考え、さらにその検討のプロセスを示すことも研究成果と考えている。

(2) 研究体制

本研究（データ収集様式の作成）にあたっては、事例分析（3章）において別途研究チーム（全国地質調査業協会連合会・技術委員会・地質リスクWB）と連携して行った。

今回分析に用いた事例は、国あるいは地方自治体の公共事業であり、データの収集・開示にあたっては所管組織の承諾・協力を得て行った。しかし、報告書作成に当たっては、固有名詞を削除するなどの配慮を行っている。

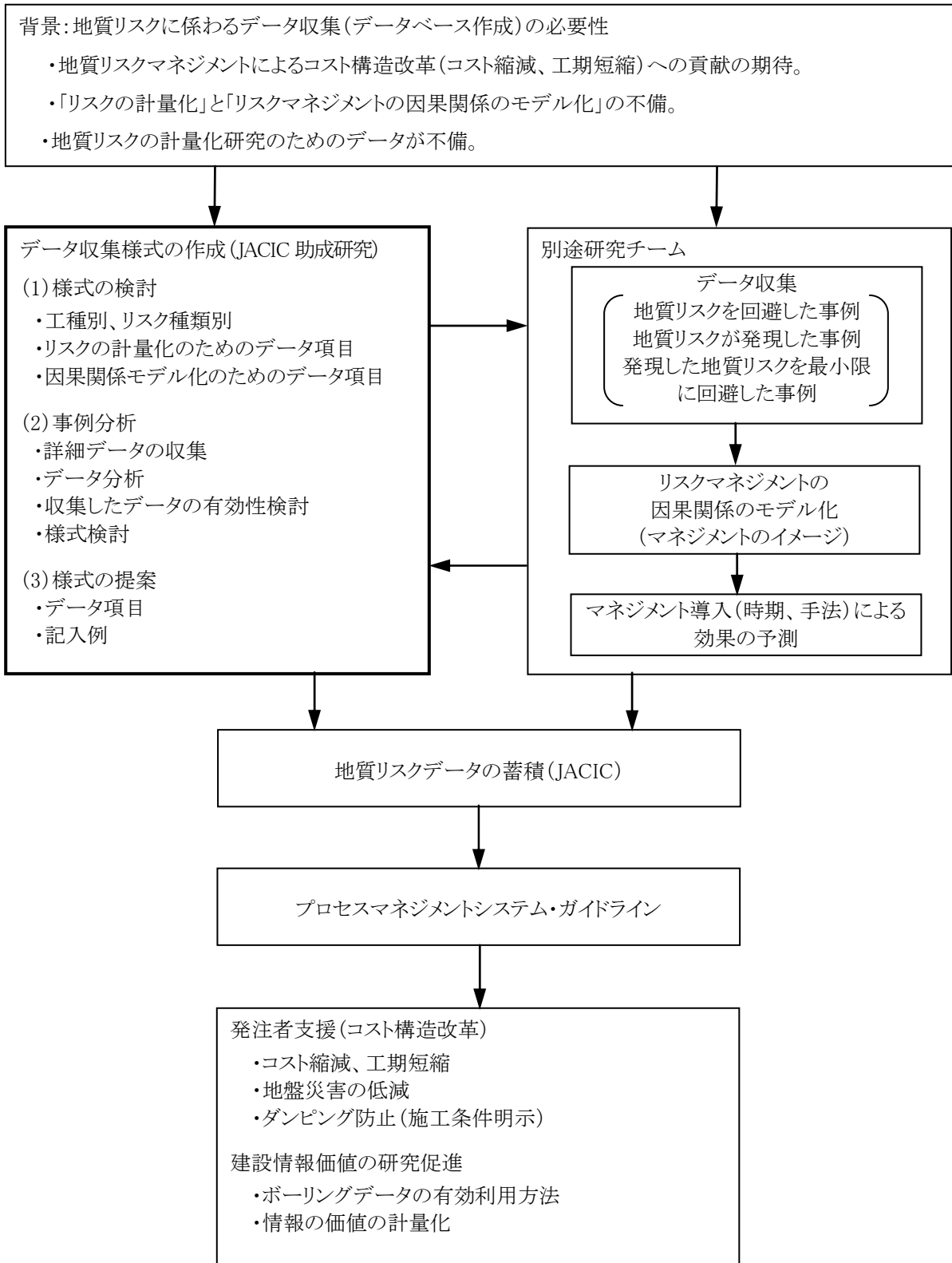


図 1-4 本研究の位置付け (太線囲み)

1-4 研究成果

(1) 地質リスクマネジメントのパターン分類

地質リスクマネジメントはリスクの発現と回避の連続であり単純なパターンに分類することは困難であるが、事例調査より以下の3つのパターンに分類した。

Aタイプ：地質リスクを回避した事例（2事例）

Bタイプ：地質リスクが発現した事例（3事例）

Cタイプ：発現した地質リスクを最小化に回避した事例（3事例）

(2) 事例分析(3章)

地質リスク分析に以下のような手順を設定した。最終目的は「様式の検討」であるが、地質リスク分析の手順の一つを提案できた。

①事例の概要（事例に着目した理由）

②事例分析のシナリオ（論理展開の説明）

③データ収集分析（論理を実証するためのデータ収集）

④マネジメントの効果について（マネジメント効果の計量化）

⑤データ様式の検討（マネジメント効果を計量するために必要なデータ）

(3) データ収集様式(4章—1)

事例研究を通じて、A、B、Cタイプのデータ収集様式を提案した。それぞれのデータ様式の作成にあたっては、原案（表 1-1）への記入を通して、不足するデータ項目を追加する形で修正していった。このため事例の増加に伴いデータ項目が増加した。これらのデータ項目の相対的重要度には差があると思われるが、現段階では判断が困難であることから全て計上することにした。

なお、Aはリスク変化図（図 1-1）において右肩下がりの事象を示し、Bは右肩上がりの事象を切り出して表現しているが、事象の中にはBからAへの転換（リスクが発現した、あるいは発現しそうなので対応策を施し最小限に回避したもの）を一つの事象として扱ったケースが出てきたため、これをCタイプとして新たに様式を提案した。

(4) 記入例(4章—2)

それぞれの様式のデータ項目に対して記入例を示した。

(5) 地質リスクマネジメントの体系化(5章)

事例分析を受け、リスクの類型化と対応策の類型化を検討し、「リスク効率性」の概念（より少ない費用でより多くのリスクを削減することが望ましい）を用いて地質リスクマネジメントのタイプ（A、B、C）の特徴を分析し体系化を試みた。

(6) マネジメント効果の定義(6章)

本研究では、地質リスクマネジメントの効果を事業費、あるいは工事費の縮減で表そうとした。従って、事業費、工事費を構成する費用の定義が重要になる。事例研究において

は、この定義の曖昧さからデータ記入に不都合が生じたものもあった。

ここでは、各種費用の定義とあわせてマネジメント効果算定の考え方を示し、マネジメントのタイプ（A、B、C）との関係を整理した。

(7) 海外事例の紹介(7章)

ニュージーランド道路庁におけるリスクマネジメントを紹介する。不確実性を伴うリスクに対して「危機」と「好機」の両面から発生確率で評価するものである。それぞれのリスクに対して、危機は可能な限り「緩和」および「最小化」を、好機は可能な限り「強化」および「最大化」を図るのがマネジメントである。「リスク登録表」によってリスクを定義し、「リスク措置計画表」によってマネジメントプロセスをマニュアル化している。

(8) JACICへの提言(8章)

本研究の課題、今後の方向性を整理すると共に、様式の活用に関して以下のような事項を整理した。

- ① 様式として未完成な点
- ② 様式を完成させるための手順
- ③ 様式の活用場面・活用方法
- ④ リスク計量方法・プロセス管理システム・技術顧問との関係
- ⑤ データ蓄積方法と情報共有の方法
- ⑥ 様式を活用するための制度など

(9) 関連研究(者・機関・学会など)との連携の増進

本研究を通じて地質リスクマネジメントの関係者（特に発注者）の参画を募った。公共事業における地質リスクマネジメントの責任主体は官庁（発注者）であるから（そのために技術顧問を発注者側に位置づけている）、本研究の事例の開示にあたっては積極的な賛同を要請した。

本研究に関連する研究は以下のような多くの場面で実施されており、共通の様式で情報交換できれば研究の進展が期待できる。本研究はその音頭取りの役割も担うつもりであり、関連学会への投稿・関連機関との共同セミナーなどを実施した。

- ・地質関連学会・大学
- ・マネジメント関連学会・大学
- ・土木研究所・産業技術総合研究所
- ・会計検査院・県情報公開制度
- ・メディア

2. 事例収集

2-1 文字情報による事例収集

リスクの計量化を行うための詳細データを収集する事例を絞り込む前に、文字情報（表 1-1 は、文字情報と数値情報で構成されている）のみによる事例収集を先行させた。

(1) 収集事例(93)の分析

文字情報のみの事例を、A表（41事例）とB表（52事例）について収集した。結果を表 2-1 に示すが、A表が多様な工事で報告されたのに対して、B表は法面工、地滑り、トンネルなどの事例が多かった。またリスク回避は調査・設計段階で、リスク発現は施工段階で発生している。

表 2-1 収集事例の分析

| | A表(リスク回避事例) 41件 | B表(リスク発現事例) 52件 |
|-----|--|------------------------------------|
| 発注者 | 国と地方自治体同じくらい | 地方自治体が多い |
| 工事 | トンネル(9)、橋梁(6) 地すべり(5)、ダム(5) のり面(5) | のり面(12)、地すべり(8) トンネル(7) |
| | | ① 斜面、切り土……………21 ② 支持層・基礎……………17 |
| 段階 | 調査 ～ 設計 26 | 調査 ～ 設計 5 |
| | 施工 13 | 施工 43 |

(2) 詳細データ収集事例の絞り込み

これらの事例のうち数値分析に適した事例を以下のような判断で抽出した。

① 研究目的に適したもの

- ・ 数値化が可能
- ・ 因果関係（プロセス）が明確
- ・ 技術者の関与が重要なもの

② 工事特性

- ・ 工種、地質区分、工事規模、発注者が偏らないこと

③ リスクの特性

- ・ リスクの種類、発現時期、規模が偏らないこと

絞り込みの実際の制約条件は、「情報開示の可能性」であった。地質リスクマネジメントは発注者が行うものであり、従って技術顧問が支援・代行するものであるから、対象事業の発注者の積極的同意・協力を重視した。

2-2 対象事例

対象は表 2-1 に示す 8 事例である。その特性をみると以下のように比較的幅広く分布している。

○タイプ

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|----|----|---------|
| A | 2 | 1, 2 |
| B | 3 | 3, 4, 5 |
| C | 3 | 6, 7, 8 |
| 計 | 8 | — |

○工種

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|------|----|---------|
| トンネル | 2 | 3, 7 |
| 道路切土 | 3 | 4, 5, 6 |
| ダム | 1 | 2 |
| 基礎工 | 2 | 1, 8 |
| 計 | 8 | — |

○地質区分

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|----------|----|------|
| 岩盤・土砂堆積層 | 1 | 1, 7 |
| 岩盤・断層 | 2 | 2, 3 |
| 強風化 | 1 | 4 |
| 軟弱地盤 | 2 | 6, 8 |
| 亀裂性硬岩 | 1 | 5 |
| 計 | 8 | — |

○事業規模

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|---------|----|-------|
| 100 億円～ | 2 | 1,2 |
| 1～99 億円 | 3 | 5,6,7 |
| ～1 億円 | 3 | 3,4,8 |
| 計 | 8 | — |

○発注者

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|----|----|-------------|
| 国 | 2 | 2,5 |
| 県 | 6 | 1,3,4,6,7,8 |
| 計 | 8 | — |

○リスクの種類

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|---------|----|---------|
| 構造物の安全性 | 3 | 2, 3, 7 |
| 法面の安定性 | 3 | 4, 5, 6 |
| 支持力 | 2 | 1, 8 |
| 計 | 8 | — |

○マネジメントの時期

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|-------|----|-----------|
| 設計着手前 | 1 | 1 |
| 設計時 | 1 | 4 |
| 工事着手前 | 1 | 7 |
| 工事中 | 5 | 2,3,5,6,8 |
| 計 | 8 | — |

○マネジメントの内容

| 分類 | 件数 | 事例番号 |
|----------|----|---------------|
| 地質調査追加 | 7 | 1,3,4,5,6,7,8 |
| 設計条件見直し | 5 | 1,2,3,4,5 |
| 対策工の施工 | 3 | 5,6,7 |
| 有識者会議の判断 | 2 | 2,7 |
| 計 | 17 | — |

表 2-1 対象事例

| 番号 | パターン | 事例の略称 | 工事特性 | | | | リスクマネジメント | | |
|----|------|------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-----|--------------------|-----------------|--------------------------------------|
| | | | 工種 | 地質区分 | 当初金額 | 発注者 | リスクの種類 | マネジメントの時期 | マネジメントの内容 *1 |
| 1 | A | 海上橋梁下部工工事 | 橋梁下部 | 土砂堆積層・岩盤 | (億円) 212.0～ 280.6 | 県 | 支持力算定 | 設計着手時 | 地質調査の追加、 設計条件の見直し |
| 2 | A | ダム建設事業の事例 | ダム監査廊 | 岩盤(CLL)・断層 | *2 | 国 | 監査廊の安全性 | 工事中 (ダム敷掘削時) | 設計条件の見直し、 有識者会議の判断 |
| 3 | B | 県道トンネル掘削工事 | トンネル掘削 | 岩盤(CII)・断層 (四万十帯砂岩・泥 岩互層) | 0.38(当該 箇所のみ) 10.29(トンネル 本体) | 県 | 岩盤変位 | 工事中 | 地質調査の追加、 設計変更 |
| 4 | B | 林道道路改良工事における 斜面崩壊事例 | 道路切土 | 中・古生代八溝層群 風化細粒砂岩 | 0.05 | 県 | 自然斜面崩壊 | 設計時 | 地質調査の追加、 設計変更、工事中の 補助工法(水抜き)追加 |
| 5 | B | 高規格道路堆積性硬岩地山の 切土事例 | 道路切土法面 | 中生代砂岩・粘板岩 貫入岩 | 3.6 | 国 | 切り土法面崩壊・小 規模地滑り | 工事中 | 地質調査の追加、 設計変更、対策工の 施工 |
| 6 | C | 国道道路改良工事 | 道路切土 | 脆弱粘土層(熱水変 質帯) | *2 | 国 | 法面変形・地滑り | 工事中 | 地質調査の追加、 対策工の施工 |
| 7 | C | トンネル施工の事例 | トンネル掘削 | 土砂堆積層・岩盤 | 12.6 | 県 | 支保変更・崩壊 | 工事着手時 | 委員会の判断 |
| 8 | C | 軟弱地盤における道路改良 工事 | ボックスカルバート基 礎工 | 旧河道軟弱地盤 | 0.4 | 県 | 支持力不足 | 工事中 | 地質調査の追加 対策工の追加 |

* 1 : Bは「どうすべきであったか」の意

* 2 : 対象工事の範囲設定が困難

2-3 事例のまとめ方

(1) 事例研究の方針

直接的なアウトプットは「様式」であるが、この様式は実際使ってみて有効であるかどうかの検証を通じて作成するので、研究の多くを事例分析（3章）に費やした。様式（によって提供されるデータ）の利用場面とは、「地質リスクの計量化」「プロセス管理の効果」を因果関係によって表現できるシミュレートモデルの開発」「各段階で必要な判断と技術力」など多様であり、様式化がどれくらい有効かを実証的に検証した。

(2) 詳細データ収集

詳細データの収集にあたっては、原案は様式としてはあくまで「たたき台」と考え、以下の考えに従ってデータを収集した。

- ・ 原案で調査に着手し、適宜情報項目の見直し追加を行う。
- ・ マネジメントの有無によるリスク低減効果を推定・比較する。
- ・ 「リスク低減効果」を計量するための「モデル」は「因果」で構築しようとしているが、その他にどのようなモデルが考えられるか検討する。
- ・ 何を「地質リスク」と考え、「リスクの計量化（絶対値の把握）」としているか検討する。
- ・ 一方、効果は因果の「差＝効果」としている。そもそも「リスク」には「絶対値」という概念はないのか。「差分」の計量で良いのかなども検討する。

その上で原案の修正を行った。

(3) 事例研究のまとめ方

本研究の目的は、どのようなデータがあれば想定したシナリオ通りの分析ができるか、できたか等、今後のデータ収集様式を提案することであり、それぞれの事例を以下のような流れでまとめた。

①事例に着目した理由（1. 事例の概要）

↓

②論理展開の説明（2. 事例分析のシナリオ）

↓

③論理を実証するためのデータ収集（3. データ収集分析）

↓

④マネジメント効果の計量化（4. マネジメントの効果について）

↓

⑤マネジメント効果を計量するために必要なデータ（5. データ様式の検討）

事例研究報告（3章）の構成(案)を表 2-2 に示す。

表 2-2 事例研究報告書の構成(案)

1. 事例の概要

- ・リスク事象の特定

2. 事例分析のシナリオ

- ・以下のようなシナリオを想定する
- (1) リスク発現（回避）に至るプロセス（事象の因果関係）
- (2) 想定されるリスクマネジメント
- (3) マネジメントの効果の計量方法

3. データ収集分析

- (1) データ収集
 - ・ 2(1)～(3)を実証するためのデータの収集状況（なかなか無いかも知れない）
- (2) データ分析
 - ・ 十分なデータは無いかも知れないが、以下のような分析の結果を説明
 - ・ 地質条件の解明プロセス
 - ・ 当初設計の変更プロセス
 - ・ 当初工事費の変更プロセス
 - ・ トラブルの内容・対応のプロセス
 - ・ 対応策と費用
 - ・ 技術者の判断プロセス
- (3) 当初設定シナリオは実証できたか
 - ・ 実証するためのデータはあったか
 - ・ 実証する上での課題

4. マネジメントの効果について

- ・ マネジメントの効果計量に関して以下のような考察
- (1) リスク（低減）の計量化
- (2) マネジメントの方法（いつ、誰が、何を）
- (3) マネジメントの効果
- (4) 地質調査妥当投資額
- (5) 求められる技術顧問の能力

5. データ様式の検討

- (1) 分析に必要なデータ
 - ・ どのようなデータを用いて分析したか
 - ・ どのようなデータがあれば有益か
- (2) データ様式の提案
 - ・ 今回の事例分析からデータ様式を提案する。
- (3) データ様式作成上の課題・今後のテーマ