

ICUS COMMITTEE REPORT 2004-01



都市基盤安全工学国際研究センター

東京大学生産技術研究所

サステナブル都市システム研究委員会

平成16年度報告書

サステナブル都市システム研究委員会（ RC-39 ）

報 告 書

平成 1 7 年 3 月

東京大学生産技術研究所

都市基盤安全工学国際研究センター

まえがき

都市基盤安全工学国際研究センターでは、都市の安全問題のみならず、地球環境問題の視点から膨大な社会資本ストックへの対応および環境破壊問題への対応など、今後、持続的な生存が可能となるために必要となる事項を、都市基盤に携わる技術者・研究者の視点から検討することを目的として（財）生産技術研究奨励会の特別研究会として、平成14年から2年間、「サステナブル構造システム研究委員」（RC-39）を発足し、活動を行った。その委員会では、①老朽化構造物WG、②防災WG、③都市環境WG、④地球環境WG、⑤モニタリングWGのそれぞれの立場から、サステナブルな都市構造とは何か、また現在の都市が内包している問題点とは何かを抽出することを一応の活動成果とした。平成16年度から新たに2年間の予定で「サステナブル都市システム研究委員会」（RC-39）として衣替えを行い、前研究委員会の成果を引継ぎつつ、サステナブルな都市を実現するためのより具体的なアクションについて模索することをその目的としている。平成17年度末に最終報告書を作成する予定である。研究委員会の中のWGも、①防災WG、②老朽化WG、③環境WGの3つに絞り、さらに具体性を高めた研究テーマに取り組んでいる。

これらの研究成果が今後、この分野における発展の一助となれば幸いである。

最後に本研究委員会の活動にあたり、終始熱心なご協力をいただいた委員諸氏ならびに関係各位に厚く御礼申し上げる次第である。

平成17年3月

サステナブル都市システム研究委員会
委員長 魚本 健人

サステナブル都市システム研究委員会（平成 16 年度）

委員会名簿

委員長	魚本 健人	東京大学生産技術研究所	教授
委員	安岡 善文	東京大学生産技術研究所	教授
	目黒 公郎	東京大学生産技術研究所	教授
	林 省吾	東京大学生産技術研究所	客員教授
	天野 玲子	東京大学生産技術研究所	客員教授
	大岡 龍	東京大学生産技術研究所	助教授
	Dutta Dushmanta	東京大学生産技術研究所	助教授
	加藤 佳孝	東京大学生産技術研究所	講師
	須崎 純一	東京大学生産技術研究所	講師
	遠藤 貴宏	東京大学生産技術研究所	助手
	吉村 美保	東京大学生産技術研究所	助手
*	二木 重博	アジア航測(株)	関東支社関東防災地質部 技術部長
	今村 遼平	アジア航測(株)	コンサルタント事業統括部 顧問
	小林 公一	アジア航測(株)	関東防災地質部防災地質課 係長
	落合 達也	アジア航測(株)	コアテクノロジー事業部防災グループ 係長
	滝川 正則	アジア航測(株)	コアテクノロジー事業部応用計測グループ
	三富 創	アジア航測(株)	事業推進本部
	加藤 康広	アジア航測(株)	コアテクノロジー事業部防災グループ
*	深沢 哲也	鹿島建設(株)	土木管理本部土木技術部 課長代理
	菅野 安男	基礎地盤コンサルタンツ(株)	関東支社技術4部 部長
*	天野 勲	基礎地盤コンサルタンツ(株)	保全・防災センター保全部 課長代理
	青木 久	基礎地盤コンサルタンツ(株)	保全・防災センター保全部
	岡本 卓慈	(株)計測リサーチコンサルタント	代表取締役
*	羅 黄順	(株)計測リサーチコンサルタント	管理部企画開発室 チーフエンジニア
*	藤田 久和	(株)建設企画コンサルタント	東京事業本部 技術センターセンター長
	菊池 禎二	(株)建設企画コンサルタント	専務取締役
*	石田 辰英	(株)建設技術研究所	東京支社社会システム部 アセットマネジメント室 主幹
	山根 立行	(株)建設技術研究所	東京支社社会システム部アセットマネジメント室
*	瀬戸島 政博	国際航業(株)	地球環境プロジェクト 技師長
	船橋 学	国際航業(株)	事業開発センター地球環境プロジェクト プロジェクトリーダー

寺田 晃	国際航業(株) 国土マネジメント事業本部 道路交通部 構造チーム 次長
山崎 淳	国際航業(株) 防災部 部長
*佐藤 登	三協(株) 代表取締役
柴 慶治	清水建設(株) 技術研究所企画部開発企画 グループ長
*栗田 守朗	清水建設(株) 技術研究所社会基盤技術センター 主席研究員
高橋 郁夫	清水建設(株) 技術研究所先端技術開発センター 主任研究員
岡田 敬一	清水建設(株) 技術研究所先端技術開発センター 主任研究員
平間 敏彦	清水建設(株) エンジニアリング事業本部 課長
田中 芳行	(株)竹中土木 技術本部 企画グループリーダー
*安藤 慎一郎	(株)竹中土木 技術本部 技術グループ
和田 直也	(株)竹中土木 技術研究所 建設技術開発部材料部門 研究員
松本 由美子	(株)竹中土木 技術本部 技術グループ
*肥田 研一	(株)千代田コンサルタント 事業統括部 構造・保全部長
川村 哲也	東京電力(株) 国際部海外コンサルティング グループ課長
*中井 秀信	東京電力(株) 建設部土木・建築技術センター都市土木技術グループ副長
高田 励	東京電力(株) 建設部海外事業グループ
中嶋 まどか	東京電力(株) 建設部土木・建築技術センター建築設備技術グループ 副主任
貫井 泰	東京電力(株) 建設部土木・建築技術センター建築構造技術 グループマネージャー
*福島誠一郎	東電設計(株) 技術開発本部防災プロジェクト部 防災技術グループ
*山本 郁夫	(株)東横エルメス 常務取締役 特機事業部長
炭谷 稔	(株)東横エルメス 計測授業部 事業部長
*山田 哲也	三井住友建設(株) 技術研究所研究開発管理部知的財産室 課長
玉置 一清	三井住友建設(株) 技術研究所土木研究開発部P C構造研究室

(*印：幹事)

サステナブル都市システム研究委員会中間報告書

目次

まえがき	
委員会の構成	
研究目的	1
老朽化構造物WG報告書	
1. 研究計画	2
1.1 研究目的	2
1.2 研究内容	2
1.3 スケジュール	3
1.4 研究成果	3
1.5 これまでの活動概要	4
2. 活動経過	7
防災WG報告書	
1. 研究計画	13
2. 災害情報データベースの構築	13
2.1 研究目的	14
2.2 研究内容	14
2.3 研究工程	14
2.4 研究成果	14
2.5 これまでの活動概要	14
3 耐震補強推進のための 地震リスクファイナンス金融商品の開発	18
3.1 研究目的	18
3.2 研究内容	18
3.3 研究工程	19
3.4 研究成果	19
3.5 技術の概要	19
4. 活動経過	28

環境WG 報告書

1. 研究目的	29
2. 研究内容	29
3. 都市の指標	30
3.1 調査対象とした環境指標	30
3.2 使用頻度の高い環境指標の抽出	31
3.3 指標の評価事例	32
4. 都市環境総合評価指標の概念設計	33
4.1 都市環境評価指標作成の基本コンセプト	33
4.2 都市環境評価指標作成の基本骨格	34
4.3 都市の環境効率	36
5. 都市比較表	37
6. 評価シート	38
6.1 評価シート（日本語版）	38
6.2 Evaluation Sheet (English Version)	39
7. 今後の課題	40
7.1 日本	40
7.2 アジア	40
8. 活動経過	41

研究目的

持続可能な都市のシステムを考える場合に、まず都市のサステナビリティとは何かを定義する必要がある。サステナビリティとは一般に持続可能性と訳されるが、この意味するところはある物質が物理的に持続できるというだけでなく、それをささえる系（システム）自体が持続可能であることを意味している。

特に 1990 年代から現れてきたサステナブル・ディベロップメントの思想は、地球の環境容量の範囲内で、未来世代の満足も考慮に入れながら開発していくということである。このことを都市に置き換えれば、単に都市を構成する物質の持続可能性のみならず、都市システムそのものが次世代にわたって持続可能であることを意味する。即ち、将来にわたって安全で安心して生活できるような都市のあり方を検討することが、サステナブルな都市を形成するということになる。また都市の枠組みの外側に位置する地球環境への配慮が必要となる。更にサステナブルな都市の存立を危うくするものとして各種リスクが考えられるが、これには地震や火山、洪水等の自然災害のみならず、犯罪やテロ等の人災や、地球温暖化や砂漠化等の環境リスク、構造的不況などの経済的リスク、コミュニティや文化の継承性などの社会的リスク等が含まれる。

このような問題に対応するためには、都市の構造物や設備というハードの側面のみならず、政策や人間社会のあり方というソフト面を含めた幅広い対応が必要となる。本研究委員会では、組織を①防災 WG、②老朽化 WG、③環境 WG の三の WG を設置し、それぞれの立場から、都市システムのサステナビリティを高めるための、新しいハードおよびソフト技術の創出して検討を進める。この WG のグループ分けは、都市システムを検討する際の①社会、②物質、③情報の分類分けに対してもそれぞれオーバーラップしている。

なお、今年度は、各 WG において対象とするテーマを設定し、それぞれの分野における検討課題の抽出を行った。次節以降で、各 WG の検討内容の説明および付録にて検討までの議論の内容を付す。

老朽化構造物WG

報告書

老朽化構造物WG 名簿

氏名	会社名	所属
魚本 健人	東京大学生産技術研究所	教授
加藤 佳孝	東京大学生産技術研究所	講師
小林 公一	アジア航測(株)	関東防災地質部 防災地質課
滝川 正則	アジア航測(株)	コアテクノロジー事業部 応用計測グループ
菅野 安男	基礎地盤コンサルタンツ(株)	関東支社 技術4部
天野 勲	基礎地盤コンサルタンツ(株)	保全・防災センター 保全部
岡本 卓慈	(株)計測リサーチコンサルタント	代表取締役
羅 黄順	(株)計測リサーチコンサルタント	管理部 企画開発室
藤田 久和	(株)建設企画コンサルタント	東京事業本部 技術センター
菊池 禎二	(株)建設企画コンサルタント	専務取締役
石田 辰英	(株)建設技術研究所	東京本社 社会システム部 アセットマネジメント室
山根 立行	(株)建設技術研究所	東京本社 社会システム部 アセットマネジメント室
寺田 晃	国際航業(株)	国土マネジメント事業本部 道路交通部構造チーム
佐藤 登	三協(株)	代表取締役
柴 慶治	清水建設(株)	技術研究所 企画部開発企画グループ
栗田 守朗	清水建設(株)	技術研究所 社会基盤技術センター
安藤慎一郎	(株)竹中土木	技術本部 技術グループ
和田 直也	(株)竹中土木	技術研究所 建設技術開発部 材料部門
肥田 研一	(株)千代田コンサルタント	事業統括部 構造・保全部
山本 郁夫	(株)東横エルメス	特機事業部
玉置 一清	三井住友建設(株)	技術研究所 土木研究開発部 PC 構造研究室

1. 研究計画

1. 1 研究目的

我が国の社会資本整備は、国土の均衡ある成長を目指し、その時々¹の社会経済的ニーズに即して進められてきた。その経済発展のけん引力としての役割は、社会へ多大なる貢献を果たしてきたが、厳しい社会経済情勢を背景とした今日、膨大なストックを抱え、これまでの「スクラップ and ビルド」から「ストック and メンテナンス」の時代へと移行の転換期にある。

この「ストック and メンテナンス」の時代にあつて、膨大な量の老朽化構造物を適切に維持管理していくためには、各構造物の劣化現象を定量的、かつ容易に診断できることが必要とされるが、その劣化現象は様々な要因によって引き起こされており、その診断には構造物を新設する以上に高いレベルの技術が求められるといえる。

しかしながら、この状況に対応できる経験豊富な技術者は限られているのが実情である。今後増加する老朽化構造物に対して精度の高い点検・診断を迅速に行うことは困難であり、早急な対応が求められる状況にあると判断される。

以上の状況に鑑み、本 WG では都市のサステナビリティを念頭に、2002～2003 年度の研究において、膨大な社会ストックの合理的な運用・活用方法に関する 1)技術的、2)経済的、3)機能的、4)制度設計の各側面から検討を行い、物理的な寿命予測、機能（社会ニーズ）の変化が、老朽化構造物の運用を考える上で重要であることを明らかにした。

本研究では、上記研究に引き続き 2004～2005 年度において、老朽化構造物の寿命予測を可能とする、簡易で精度の高い管理手法の構築に向けた検討および提言を行うことを目的とする。

1. 2 研究内容

老朽化構造物に関して、以下のフローにて研究・検討を行う。

(1) 文献、有識者調査

寿命の定義や予測手法に関して、研究者の論文、事業者・学協会等のマニュアル等の文献調査、ならびに有識者へのヒアリング調査を行い、課題の抽出、整理を行う。

(2) 寿命の定義

本WGで取り扱う寿命について定義を行う。寿命については、2002～2003 年度の成果にて使用性、安全性、美観、第三者障害の観点からの整理が行われ、対応する項目として、機能的側面ではアクセス機能、利用者の使用性、安全性、物理的側面では安全性、使用性、周辺環境への影響性、耐久性、さらに経済的側面では収益と損益が挙げられている。これらの項目について、以降の内容に対応する再整理を

行う。

(3) 寿命予測に必要な因子の抽出、重み付け（ランク分け）

簡易で精度の高い寿命予測を行うために必要と考えられる因子を、文献および有識者調査結果から抽出し、機能的側面、物理的側面、経済的側面の観点から整理、重み付け（ランク分け）を行う。この際、コスト（計測、管理し易さ）、調査者レベルが調査結果の精度（バラツキ）に与える影響等についても留意する。

(4) 寿命予測のための管理システムの提案

日常管理手法としての管理カルテ試案、計測方法、評価指標を検討する。

(5) ケーススタディー（実橋における検証）

横浜市道路局のご協力を得て数橋の実橋を対象に、管理方法を検証する。調査者による結果のバラツキ度合い、課題の抽出、再検討を行う。

1. 3 スケジュール

年度、月日 項目	平成 2004 年度							2005 年度											
	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
活動計画立案																			
文献、有識者調査																			
寿命の定義																			
寿命予測に必要な因子の抽出、重み付け																			
寿命予測のための管理システムの検討																			
実況による検証 (ケーススタディー)																			
報告書作成																			
外部講師による講演																			
WG開催																			
RC39全体会開催																			

1. 4 研究成果

研究成果は、各年度報告書とは別途、土木学会等の関連学協会に投寄稿することを目標とする。

1. 5 これまでの活動概要

(1) 文献、有識者調査

2002～2003年度研究との関係もふまえて道路構造物を対象に、既往の点検要領（案）の調査を行った。以下に今回調査の範囲で確認できた点検要領（案）を示す。次頁には一例として、国土交通省、日本道路公団、横浜市の点検要領（案）の一部を示す。

- ・橋梁定期点検要領(案)：国土交通省国道・防災課（H16/3）
- ・道路トンネル定期点検要領(案)：国土交通省道路局国道課（H14/4）
- ・道路構造物点検要領(案)：日本道路公団（H14/6）
- ・橋梁点検・補修の手引き(近畿地方整備局版)：道路保全技術センター（H13/7）
- ・MICHI システムマニュアル：道路保全技術センター（H16/10）
- ・橋梁点検要領(案)：横浜市道路局建設部（H12年度）
- ・その他、WGメンバーが関わっている点検要領（案）、継続して調査中。

調査によって確認された点検要領（案）について、簡易で精度の高い点検・診断を迅速に行えるシステム作りの観点から検討した結果、以下に示す項目を抽出した。

- ・点検にあたって、構造物の大きさや重要度に関わらず同レベルのカルテ記述が求められる傾向にあり、地方自治体レベルでは対応への負担が大きい。
- ・点検調査データはあっても簡単な劣化チェックシート程度でバラツキが大きい。
- ・上記点検要領（案）の対象となる構造物は、主に国や公団レベルで、適切に管理されカルテへの記録も行われているが、地方自治体レベルでは満足に点検も行われていないのが実情である。
- ・各種点検要領が存在し、取得されたデータ間の比較、評価がしにくい。
- ・カルテへの記載事項は膨大であり、損傷のあるなし、また多いか少ないかでランク分けが行われることで、対象構造物全体の健全度を把握しにくい。
- ・独自のカルテを考案し、既存カルテに比べて全体系の把握しやすいカルテによる点検を試みている自治体もあるが、今後増大する維持管理の量を考慮すると、更なる簡易化が求められる。

(2) 寿命の定義

2002～2003 年度の研究では、機能的、物理的、経済的側面からみた寿命の構成要素として下表の項目を示した。

表 1-5-1 寿命の構成要素

大項目		中項目			
機能的側面		アクセス機能	利用者の安全性	使用性	機能向上
物理的側面		安全性・安定性	使用性	周辺環境への影響性	耐久性
経済的側面	収益	直接的収益性	間接的収益性		
	損益	建設費	維持管理費	撤去費用	改良費

国土交通省では「土木・建築にかかる設計の基本(平成 14 年 10 月 21 日)」において、構造物の基本的要求性能として、「安全性」、「使用性」及び「修復性」の確保を挙げ、その限界状態を終局限界(安全性)、使用限界(使用性)、修復限界(修復性)としている(図 1-5-1 参照)。

- ・安全性：想定した作用に対して構造物内外の人命の安全性等を確保する。
- ・使用性：想定した作用に対して構造物の機能を適切に確保する。
- ・修復性：想定した作用に対して適用可能な技術でかつ妥当な経費および期間の範囲で修復を行うことで継続的な使用を可能とする。

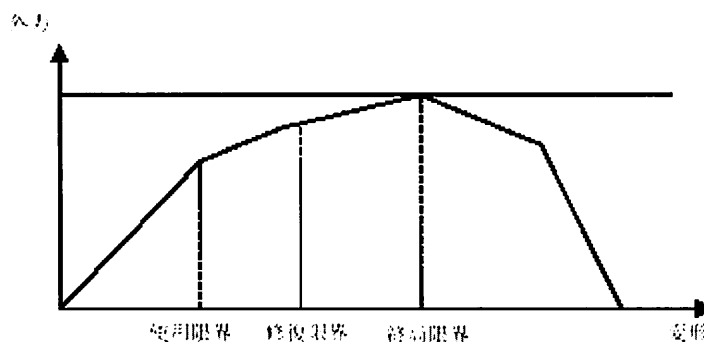


図 1-5-1 各限界状態のイメージ

本 WG では、上記をふまえ、取り扱う寿命の定義付けに関する検討を行っている。各限界状態における構成要素とその照査指標を抽出中である。今後は、抽出した項目を寿命予測に必要な因子としての観点から重み付け(ランク分け)し、寿命予測のための管理システムの検討を進めていく予定である。

2. 活動経過

第1回 WG

- ・日 時：2004年6月2日(水)13:00～15:00
- ・場 所：東京大学生産技術研究所 プレハブ棟2階第3会議室
- ・出席者：魚本教授（東京大学）、藤田（建設企画）、菊池（建設企画）、羅（計測リサーチ）、菅野（基礎地盤）、天野（基礎地盤）、山本（東横エルミス）、寺田（国際航業）、石田（建設技術）、小林（アジア航測）、肥田（千代田コンサル）、玉置（三井住友）、和田（竹中土木）
- ・議 題：
 1. 新規メンバーの紹介
 2. 2003年報告書レビュー
 3. 2004年活動計画（案）の提案
 4. フリーディスカッション
- ・メンバー名簿、老朽化 WG 活動計画メモ(加藤先生)に従って、「持続可能な社会形成を実現するアセットマネジメントに関する検討（案）」が魚本先生より説明された。
- ・その後、計画案についてフリーディスカッションを行い、具体的な構造物に的を絞った方がわかりやすい、コンクリート構造物の老朽化検討に要求される必要なデータとは、クラック、中性化、塩化物含有量など物理的な項目だけかどうかを再整理してはどうか、昨年の対象構造物は橋梁だったが、ダムやトンネルのような土木構造物を対象としてみてもどうかといった意見があった。

第2回 WG

- ・日 時：2004年8月2日(月)15:00～17:00
- ・場 所：東京大学生産技術研究所 Bw601号室
- ・出席者：加藤講師（東京大学）、藤田（建設企画）、菊池（建設企画）、羅（計測リサーチ）、山本（東横エルミス）、寺田（国際航業）、小林（アジア航測）、玉置（三井住友）、安藤・和田（以上、竹中土木）
- ・議 題：
 - ・2004～2005年検討（案）の継続検討
 - ・2004～2005年検討(案)(加藤先生)、ならびに検討(案)に対する全体会議でのコメントを受け、今後のWG運営について再検討を行った。
 - ・①物理的な寿命予測、②機能（社会ニーズ）変化と対策、の2テーマについて、現状の検討状況の調査、事例調査、各委員の実務上での疑問点等を検討していきたいとの原案に対して、以下に示すに様々な案があり、引き続き検討を行うものとなった。
 - ・現在技術において、寿命の正確な予測は困難であり、点検後の優先順位を決めるこ

とはできるが何年までに何をすべきということはいづらひ。

- ・仕様や材料変化によって構造物に対する要求性能は変化する。その不明確な要求性能に対して寿命予測とモニタリング方法の適用がどこまで可能なのだろうか。
- ・昨年度対象としたアーチ橋などは物理的な面からだけでは老朽化しにくい。都市を念頭においたとき、何に対して問題を追及していくべきかの議論が必要である。
- ・都市再生など社会ニーズからすると、老朽化構造物の機能アップが求められている。非現実的なものも含めて検討対象としたらどうか。

第3回 WG

- ・日 時：2004年9月14日(火)13:00～15:00
- ・場 所：東京大学生産技術研究所 Bw601号室
- ・出席者：加藤講師（東京大学）、藤田（建設企画）、菊池（建設企画）、羅（計測サーチ）、山本（東横エルミス）、寺田（国際航業）、山根（建設技術）、小林（アジア航測）、滝川（アジア航測）、肥田（千代田コンサル）、安藤（竹中土木）、和田（竹中土木）
- ・議 題：全体会議を受けた活動計画（案）の継続検討
 - ・全体会議において当方の計画案を説明したところ、先生方より以下のご意見があり再度計画の方向性を検討した。
 - ①林先生：公共構造物（学校、官庁舎）の老朽化度簡易判定法（安価に大量の施設を）
 - ②魚本先生：橋ごとのカルテ作成（例えば、都のある地域を例としてやってみるのも）
 - ③天野先生：橋梁、土構造物など構造物対象別マップの作成
 - ・その結果、様々な意見があったが、以下の結論を得た。
 - ・構造物の維持管理にあたって、多くの自治体において設計図がない、一般図すらない、補修履歴は埋もれている。点検調査データはあっても簡単な劣化チェックシート程度でバラツキが大きい、といった状況を抱える中で、行政のニーズ（住民のニーズ）に沿った方向で進め、簡易であっても技術的に正しい判断のできるような情報提供のできる、構造物カルテの作成を検討対象とする。
 - ・検討にあたっては、コンクリート構造物をとっても、橋梁、トンネル、ダムコンクリートではその劣化要因の指標となるパラメータのとり方が異なること、橋梁では解体理由の10%が耐荷重、残り90%は機能的要求である等、の実情を踏まえ、物理的側面には偏らず、予測のための正確な客観的評価には、どのような調査項目が効果的かつ必要なのかを抽出していくものとした。
 - ・具体的進め方としては、対象構造物を設定し、カルテの原案を作成→ケーススタディーを行い、評価する。そのための、官庁へのヒアリング等も行う。

第4回 WG

- ・日 時：2004年10月13日(水)15:00～17:00
- ・場 所：東京大学生産技術研究所 ICUSセンター長室
- ・出席者：魚本教授・加藤講師（以上、東京大学）、藤田（建設企画）、柴（清水）、羅（計測サチ）、石田（建設技術）、小林（アジア航測）、玉置（三井住友）、肥田（千代田コンサル）、安藤・和田（以上、竹中土木）
- ・議 題：活動方針（案）継続検討
 - ・前回 WG に引き続き検討を行い、活動方針をカルテ策定の方向で決定し、詳細方針は今後のWGで詰めていくものとした。以下、各事業者の運用する既存カルテに関する概略調査結果、およびそれを踏まえたカルテ案の検討方針を示す。
 - ・各事業者の運用する既存カルテに関する概略調査結果
 - ・各事業者によって、個々に建造物の管理がされており、地震や災害発生時にどこの建造物がどのような状況かを把握しづらい。また維持管理レベルにも差があり、公団などに対して都道府県レベルでは紙の図面程度であることが実情である。
 - ・地方自治体では維持管理手法の検討について、管理対象建造物の多さから必要性を感じながらも予算の壁に阻まれているのが実情。
 - ・既存の橋梁台帳様式は、小橋梁でも作成に多大な労力を要し、内容確認も大変であるが、損傷の有無の判断のみで、劣化予測や寿命予測の判断は行われていない場合が大多数である。また、実際の点検箇所はカルテを作った者と現場を知っている者しかわからない。
 - ・カルテ案の検討方針
 - ・今後の維持管理には、データを共有しやすく、更新、均質化できることが重要。
 - ・カルテは、書式より「仕組」が大事である。誰が管理して誰が更新するかの仕組が重要である。
 - ・建造物の寿命予測として、天気確率予報のようなものを考えたい。この場合、カルテとして整理すべきものは何かといったところから検討が必要である。しかし、現状では大きな建造物であってもその諸元、設計等が残っておらず、補修履歴もないのが一般的である。初期の情報や補修履歴が必要。
 - ・今回、本WGで扱うカルテは、地方自治体対応の方針としたい。

第5回WG（横浜市ヒアリング）

- ・日 時：2004年11月12日(金)13:30～14:30
- ・場 所：横浜市道路局建設部
- ・出席者：新倉課長（横浜市）、柴（清水）、佐藤（三協）、肥田（千代田コンクリ）、安藤（竹中土木）
- ・議 題：カルテ作成にあたって、地方自治体の取り組み内容を横浜市にてヒアリング調査

・横浜市における橋梁の長寿命化への取り組みについて

- ・ねらい：全橋梁 1650 橋梁のうち 1960～80 年代に 1220 橋梁を架設しており、架け替え費用が今後の財政的負担になると予想し、アセットマネジメントを積極的に導入。長寿命化とLCC最小化により、架け替えによる財政的負担の平準化を図る。
- ・内 容：
 - ・管理区分：橋梁特性（橋種、交差条件）により、6グループに区分して管理
 - ・点 検：・全橋梁を今後3年間で詳細点検し初期データ取得。その後は管理区分、健全度指標に応じて点検。
 - ・評 価：部材別に健全度を数値評価し、補修・補強の順序付けは重み係数(要求性能、部材別、損傷別)を考慮し、優先度(健全度+重要度評価)で評価する。
 - ・保全更新基本方針：管理区分毎の管理方針、劣化予測、最適工法の選定
 - ・長寿命化推進費の将来予測：
 - ・橋梁保全更新長期目標：
 - ・橋梁マネジメントシステム：
- ・RC39への協力について
 - ・グループ毎に数橋ずつの調査は可能(グループ1～5が対象)
 - ・トンネルに関する検討は遅れており、対応が必要との認識
 - ・検討場所の提供依頼、フォーラムでの講演依頼

第6回WG

- ・日 時：2004年11月19日(金)15:00～17:00
- ・場 所：東京大学生産技術研究所 ICUSセンター長室
- ・出席者：藤田（建設企画）、柴（清水）、山本（東横エルミス）、佐藤（三協）、肥田（千代田コンサル）、

安藤・和田（以上、竹中土木）

- ・議 題：横浜市ヒアリング結果を踏まえたWG運営方針の検討
 - ・今回のヒアリング結果、建築事例およびこれまでの土木構造物における検討結果を踏まえて、WGの運営方針を設定した。以下に結果を示す。
 - ・横浜の橋梁点検カルテの書式は、国土交通省仕様と比べてやや簡易であり、点検結果の概要も分かりやすいが、膨大な点検量を考えると更なる簡易化が必要との認識がある。
 - ・横浜市は独自に橋梁点検を進めており、シミュレーションが可能な情報も入手できそうである。フィールドを提供してもらえるとのことで成果が期待できる。
 - ・建築分野での動きは遅く、むしろ土木分野の方が進んでいる。
- ・結 論
 - ・判定方法はマニュアル化されているが、余寿命を出せるカルテ作りは見当たらず、差別化が可能と考えられる。
 - ・横浜市にフィールドをご提供願ひ、コンクリート橋を対象に、各管理区分から数橋を選定して余寿命を検討し、ここからカルテの内容、維持管理のための制度設計の提案を検討する。
 - ・検討対象の選定にあたっては、損傷度が高い橋梁がわかっている維持管理担当職員に願ひするのが良いと思われる。

第7回WG

- ・日 時：2004年12月9日(木)14:00～15:00
- ・場 所：東京大学生産技術研究所 食堂2階
- ・出席者：藤田（建設企画）、柴（清水）、山本（東横エルミス）、佐藤（三協）、肥田（千代田コンサル）

安藤（竹中土木）、和田（竹中土木）

- ・議 題：WG運営方針の確認
 - ・国土交通省では、損傷のあるなし、また多いか少ないかでランク分けであり、全体の健全度を掴むような対応が現在ではできていないことを解消することを検討すべきである。
 - ・全体の健全度を評価するには、レベルの違う人がやってみてどう評価するか、その

バラツキはどの程度なのか、それ評価をすることで、簡易な点検につながるのではないか。

- ・要求性能を整理・検討し、横浜市の何橋かでやってみようか。カルテの項目、内容の検討にもつながる。
- ・点検システムとリンクしたデータベースを作成することも考えられる。
- ・国土交通省のマニュアルを簡素化して、地方自治体に売り込む。
- ・構築したシステムの展開は、例えばソフト（CD）を無料配布し、その使用方法等のマニュアルを有料、若しくは講習会等で紹介する。などが考えられる。

第8回WG

- ・日 時：2004年12月27日(月)15:00～17:00
- ・場 所：(株)竹中土木 本社2階B会議室
- ・出席者：加藤講師（東京大学）、藤田（建設企画）、柴（清水）、佐藤（三協）、肥田（千代田コンサル）、羅（計測サーチ）、安藤、和田（以上、竹中土木）
- ・議 題：12/9 全体会審議結果を踏まえたWG運営方針の確認
 - ・方向性
 - ・点検のあるべき姿を提示
 - ・既存国交省マニュアルの簡略化を新たに提案
考え方の変更。箇所数を
 - ・具体的方策
 - ・点検結果のバラツキを踏まえた調査項目の再検討
 - ・横浜市橋梁にて検討依頼
 - ・対象橋梁の選定（横浜市に赴き、道路台帳をみながら選定）

第9回WG（横浜市データ収集）

- ・日 時：2005年1月12日(水)13:15～16:00
- ・場 所：横浜市道路局建設部橋梁課
- ・出席者：新倉課長、松本主査、馬場担当（以上、横浜市）、加藤講師（東京大学）、藤田（建設企画）、佐藤（三協）、肥田（千代田コンサル）、羅（計測サーチ）、安藤（竹中土木）
- ・議 題：調査対象橋梁の選定
 - ・維持管理データがある橋梁のうち、橋梁形式、交通量、橋梁グループから以下の11橋を選定した。これから、さらに選定し、提案する管理方法の検証対象とする。
 - 磯子橋、要橋、平岡橋、一之橋、霜下橋、藤江橋、綿花橋、井土ヶ谷橋、天神橋、蒔田橋、鶴巻橋

防災WG

報告書

防災WG 名簿

氏名	会社名	所属
目黒 公郎	東京大学生産技術研究所	教授
天野 玲子	東京大学生産技術研究所	客員教授
吉村 美保	東京大学生産技術研究所	助手
二木 重博	アジア航測(株)	関東支社関東防災地質部
今村 遼平	アジア航測(株)	コンサルタント事業 統括部
三富 創	アジア航測(株)	事業推進本部
加藤 康広	アジア航測(株)	コアテクノロジー事業部 防災グループ
深沢 哲也	鹿島建設(株)	土木管理本部土木技術部
山崎 淳	国際航業(株)	防災部
高橋 郁夫	清水建設(株)	技術研究所 先端技術開発センター
平間 敏彦	清水建設(株)	エンジニアリング事業本部
田中 芳行	(株)竹中土木	技術本部 企画グループ
松本 由美子	(株)竹中土木	技術本部
高田 励	東京電力(株)	建設部 海外事業グループ
貫井 泰	東京電力(株)	建設部 土木・建築技術センター 建築構造技術グループ
福島 誠一郎	東電設計(株)	技術開発本部 防災プロジェクト部 防災技術グループ
山田 哲也	三井住友建設(株)	技術研究所 研究開発管理部 知的財産室

1. 研究計画

平成 14 年度および 15 年度にわたり、「RC-39 サステナブル構造システム研究委員会」防災 WG では、「テロなどをはじめとする人為災害」および「地震防災上の最重要課題である既存不適格建物の耐震補強を推進させる制度」の 2 つの課題に対して Sub WG を設置し検討を行ってきた。以上の 2 つのテーマで検討してきた内容は、現在のわが国を取り巻く状況（巨大地震の連発、危機管理体制の不備、治安の悪化）を考えると、今後ますます重要となってくると考えられる。

そこで平成 16 年度から新たに始まった「RC-39 サステナブル都市システム研究委員会」では、防災に関する WG を継続し、大規模災害に対する防災対策の研究を行うこととなった。これまでの検討内容を見直し、都市基盤の安全性を脅かす地震や台風などの自然災害に対して、以下の 2 つのテーマに絞って検討を行うことにした。

(1) 災害情報データベースの構築

自然災害が発生した場合には、どのような事象が時系列的に発生し、それに対して我々はどのように対応していったらよいのかを、シミュレーション等によって明らかにする場合、必要となるデータベースの構築に向けた検討を行う。

(2) 耐震補強推進のための地震リスクファイナンス金融商品の開発

地震災害における減災の基本は都市における住宅の耐震性を高めことである。現状ではなかなか進まない住宅の耐震補強を促進するためのビジネスモデルを作成し、その効果や妥当性に関して検証を行う。

2. 災害情報データベースの構築

我が国は地震や風水害といった自然災害に脅かされる環境にあり、また近年では国際的な関係の悪化から人為災害（テロリズム）とも決して無縁ではなくなってきた。このような背景から、今後は、危機管理を如何に行うかというテーマがますます重要となる。

危機管理を行う場合、自治体や企業のような組織では、緊急時の行動を予め規定し、防災マニュアル等にまとめて常備する方法が採られる。この場合に、そのマニュアルがいざとなった時に機能するか否かは、想定される事象の可能な限りの洗い出しと、それに対する適切な対応に尽きる。これまでの有史の中で発生した災害は限られたパターンに過ぎず、今後とも発生すると考えられる大災害は、発生する季節や時刻、気象条件、場所などによってその状況は一変するが、これまでの災害の中で得られた記録は我々に多くの教訓や対応のヒントを与えてくれる。この活用によって、今後の災害の発生時にどのような事象が時間の経過と共に発生しうるのか、そしてそれに対してどのように対応すべきなのかを考えることが容易になる。

そこで本テーマでは、大災害時に発生する様々な事象を、リアルにシミュレーションするための災害情報のデータベースを構築する。

2.1 研究目的

大災害発生時の現実的なシミュレーションを可能にするために、過去の災害において時間経過とともに刻々と変化する発生事象とその対応に関するデータベースのあり方と構築に関する検討を行う。

2.2 研究内容

(1) 危機管理に関する情報収集

現在進行中の関連研究テーマ（科学技術振興調整費の研究テーマなど）について、有識者を招いて研究概要について講義を受け、国や研究機関の研究動向を把握し、データベース構築の位置付けや方向性を明確にする。

(2) 災害イメージネーションに関する体験的学習

目黒メソッドを用いて、各委員が地震発生時に時間経過と共に発生する事象を体験的に学習する。これによりイメージネーション能力や時間経過とともに変化する事象に関して分析する。

(3) 災害データベースの構築に関する検討

過去の災害で発生した事象やそれへの対応に関するデータを収集し、データベースの構築に関する検討を行う。また、構築したデータベースの評価ならびに課題の抽出を行う。

(4) 報告書の作成

以上の活動内容を整理し、報告書としてまとめる。

2.3 研究工程

	平成16年度									平成17年度										
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
①危機管理に関する情報収集																				
②災害イメージネーションに関する体験的学習																				
③災害データベースの構築に関する検討																				
④報告書の作成																				

2.4 研究成果

成果報告書とは別に、本テーマの成果を論文としてまとめ、発表する予定。

2.5 これまでの活動概要

(1) 危機管理に関する情報収集

- 1) 筑波大学の村尾先生を招いて、科学技術振興調整費プロジェクト「日本社会に適した危機管理システム基盤構築」について講義を受けた。

- 2) プロジェクトの柱は、危機管理、コンテンツ、組織が3つ。
 3) WEBでの情報発信を考える際に、以下の7つの視点は重要。

- | | |
|-----------------|-----------|
| ①危機管理の理念の明確化 | ⑤情報フロー |
| ②組織内の危機管理体制の明確化 | ⑥コンテンツの分類 |
| ③組織内の危機管理すべき対象 | ⑦運営と管理 |
| ④受信者（対象者） | |

(2) 災害イマジネーションに関する体験的学習

- 1) 目黒先生より、目黒メソッドを背景とした情報共有標準化WGの活動等の紹介。
 - 2) 目黒メソッド(*)による地震災害時の発生事象の洗い出しと分析。
 - ・メンバーが任意の地震体験の条件を設定し、地震発生直後から10年後までの行動や心理を記入し、提出。目黒研の大山さんによる分析。
 - ・WGミーティングで3名の事例に関して議論（補足、追加など）。
- *自分の典型的な日常生活を縦軸(24時間)に、横軸には地震の発生からの時間経過(3秒から10年程度)をとり、それぞれの場面で、「自分の周りで何が起こり」「自分自身は何をしなくては行けないか、何をしたいか」を整理するとともに、一連の作業を通して得られた感想を入力。

3) 目黒メソッドの概要と検討

①目黒メソッドを行う際に使用する表

それぞれの時点で、どんなことが起こると思いますか？

		地震の発生																										
		3秒	10秒	30秒	1分	2分	5分	10分	30分	1時間	2時間	3時間	6時間	12時間	1日	2日	3日	1週間	2週間	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	6ヶ月	1年	2年	3年	5年	10年
1日の生活パターン		あ	い	う	え	お	か	き	く	け	こ	さ	し	す	せ	そ	た	ち	つ	て	と	な	に	ぬ	ね	の	は	ひ
0:00	睡眠中	A1あ							A1く																			
3:00		A2																										
6:00	起床 通勤	An																										
9:00	午前中の勤務	B1			B1か																							
12:00	昼食	B2																										
15:00	午後 の勤務	B3	B3い							B3さ																		
18:00	通勤	P1			P1お												P1そ											
21:00																												
24:00		Pn																										

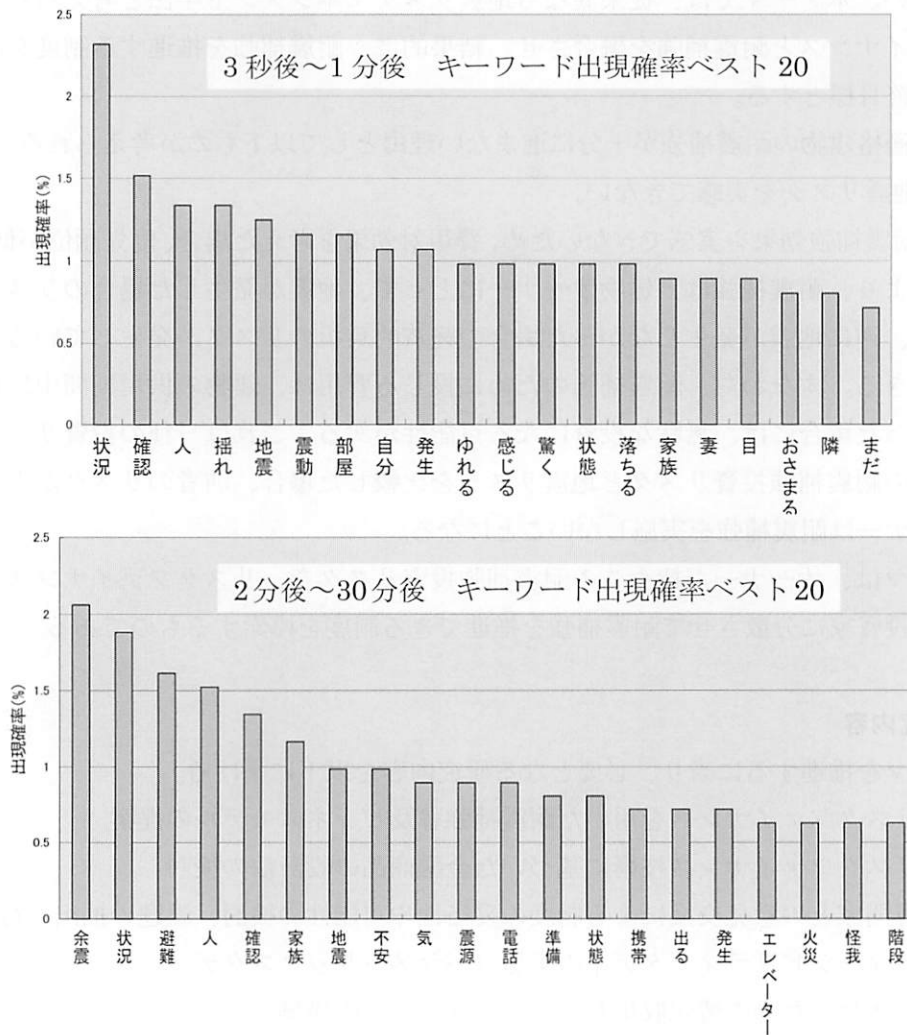
発生時刻の影響がなくなると判断される場合(て)

②目黒メソッド回答例

	地震発生 3 秒後
発生時刻	18:00
生活パターン	就労中
被災場所	自分の席
自己状態	突き上げるような衝撃に続いて激しい横揺れを受け、立ち上がることもできずに混乱して一瞬うずくまる。
周辺状況	薄暮の頃、地震発生。震源は東京駅付近の地下 20km。直下型で東京付近は震度 7。通勤ラッシュがピークを迎え、花金のため繁華街も混雑している。建物（鉄筋コンクリート製）がギシギシ音をたて、瞬間的な停電の後に非常灯が灯る。地鳴りのような音に混じって、ガラスの割れる音、ものが落ちる音が聞こえる。
心理状態	ついに来たか、と思いつつ、落ち着くように自分に言い聞かせる。
行動	凶上からの落下物に注意しながら、周囲の状況を見つめる。
家族の状況	家族の住む地区は遠方であるが、震源がはっきりしないので多少気になる。（実際は影響なし。）
記述欄	
	地震発生 10 秒後
自己状態	揺れは収束に向かっている。椅子に座って半ば放心状態。
周辺状況	非常灯の薄明かりの中で目を懲らすと、本立ては固定されているので転倒しなかったが、中の本は崩れ落ち、机上のパソコンのディスプレイや書類も床に散乱した。机上のコーヒーがこぼれてモモが熱い。
心理状態	揺れがほぼ収まりつつあり、取りあえず一安心。
行動	自分のオフィス内の被害状況を確認しようとあたりを見渡すが、薄暗いため目が慣れるのを待つ。
家族の状況	前項に同じ。
記述欄	
	地震発生 30 秒後
自己状態	揺れが収まったので、身の回りの状況を確認し始める。
周辺状況	電話は回線がパンクして不通となり、携帯も通じない。
心理状態	震源の確認と被害状況等の情報収集を行いたいが、停電によりパソコン、テレビも使えず、電話回線もパンクしており、何か手立てはないものかと試行錯誤を繰り返す。ラジオを常備すべきだった。
行動	とにかく情報収集に躍起となる。
家族の状況	前項に同じ
記述欄	
	地震発生 1 分後
自己状態	身の回りを確認中。
周辺状況	ビルの火災報知器が鳴り響き始めた。階下で火災が発生したようだ。
心理状態	落ち着き掛けていた心理状態が、再びパニック状態に引き戻された。
行動	火元はどこだ、消化器はどこだ、と探し回るが、普段から意識していなかったため、すんなり見つからない。

家族の状況	前項に同じ
記述欄	
	地震発生2分後
自己状態	火災の危機にさらされている。
周辺状況	エレベーターは停電で当然停止している。階下の確認をしたいが、セキュリティの関係で階段を使って出入りできるのは1階と屋上のみである。他の階には階段からは入れないし、一旦階段に出るともとの階にはエレベーターでしか戻れないシステムになっている。 エレベーターに閉じこめられている人がいるらしく、エレベーター付近ではドアを叩くようなかすかな音が聞こえる。エレベーター内の人も火事に気付いているようだ。
心理状態	火災への対応やエレベーター内の人の救出など、精神的な緊張が高まっている。
行動	取りあえず、消火器を探す。火災をくい止めれば、エレベーターの人も助かる。
家族の状況	前項に同じ
記述欄	

③目黒メソッド回答データの分析例



3. 耐震補強推進のための地震リスクファイナンス金融商品の開発

兵庫県南部地震から10年を経た今日においても、地震に対する備えの必要性は唱えられるものの、未だに既存不適格建物は存在し、具体的かつ有効な地震リスクマネジメントが行われている状況にない。地震リスクマネジメントは、耐震補強を推進するリスクコントロールと保険などで被害を補填するリスクファイナンスに大別される。それぞれにおいて様々な取り組みがなされているが、耐震補強・保険制度の普及の程度を見ると十分な成果が得られているとはいえない。本研究は、リスクコントロールとリスクファイナンスを組み合わせ、より効果的な新たな地震リスクマネジメント手法の提案を意図するものである。

3.1 研究目的

本テーマは、リスクファイナンス技術を用いて耐震補強を推進することを意図したものである。一般的にリスクファイナンス技術は地震リスクによる損失を転嫁する方法として適用されるものであり、耐震補強などにみられるような地震リスクを直接的に回避するものではない。本テーマでは、従来異なる地震リスクマネジメント手法と考えられていたリスクファイナンスと耐震補強を融合させ、結果的に、耐震補強を推進する制度を設計することを最終目標とする。

既存不適格建物の耐震補強が十分に進まない理由として以下ものが考えられる。

- ① 地震リスクを実感できない。
- ② 耐震補強効果を実感できないため、費用対効果を考えた場合、優先順位が低くなる。

これらより、耐震補強は、建物オーナーにとって、地震が発生した場合のリスクは低減できるが、逆に地震が発生しなかった場合の経済的負担のリスクが発生していると考えることができる。すなわち、耐震補強のために投じる費用は、建物の供用期間中に地震が発生しなかった場合には、無駄な投資になる可能性がある。これは一種の投資リスクと考えられ、この耐震補強投資リスクと地震リスクを比較した場合、前者のリスクが大きいと考えるオーナーは耐震補強を実施しないことになる。

本テーマは、オーナーが持つこの耐震補強投資リスクを、リスクファイナンス技術により、他の投資家に分散させて耐震補強を推進できる制度を模索するものである。

3.2 研究内容

本テーマを推進するに当たり、必要となる研究内容を以下に挙げる。

- ① リスクファイナンスを用いた耐震補強普及ビジネスモデルの提案
- ② リスクファイナンス技術に基づいた金融商品の設計法の検討
専門家との意見交換による制度の妥当性や可能性の検討、課題の抽出を行う。
- ③ フィージビリティスタディの実施（パラメトリックスタディ）
- ④ 具体化のための情報収集およびデータベースの構築

耐震補強レベルと被害率および被害額の関係

耐震補強レベルと耐震補強費用の関係 など

⑤ 報告書の作成

3.3 研究工程

研究項目	H16 年度	H17 年度			
		第1 四半期	第2 四半期	第3 四半期	第4 四半期
リスクファイナンスを用いた耐震補強普及ビジネスモデルの提案					
リスクファイナンス技術に基づいた金融商品の設計法の検討					
フィージビリティスタディの実施(パラメトリックスタディ)					
具体化のための情報収集およびデータベースの構築					
報告書の作成					

3.4 研究成果

平成 17 年度の本委員会報告書に掲載する予定。

3.5 技術の概要

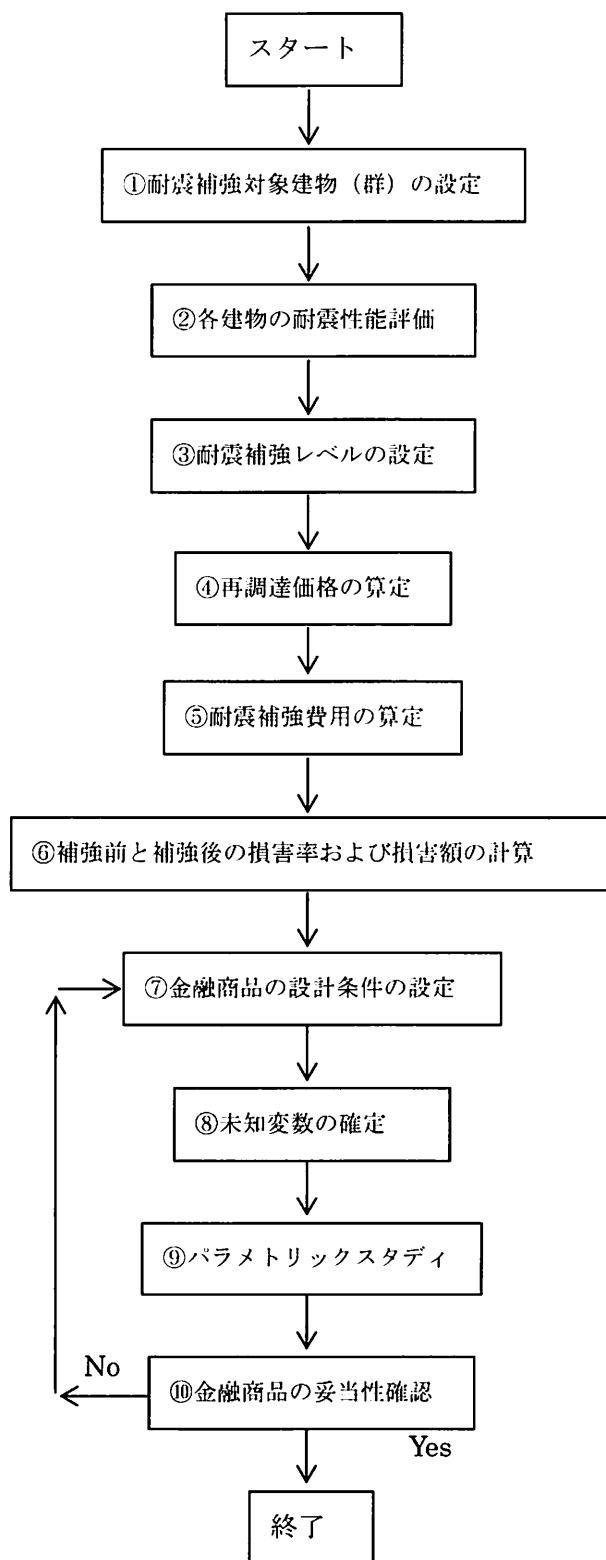
(1) 従来の金融派生技術との比較

本技術(耐震補強費用調達手段)の基礎となる金融工学上の技術(通貨オプション)及び従来の地震リスクファイナンス技術(復旧資金調達手段¹⁾)を比較し、本技術の特徴を示す。

比較項目	通貨オプション	復旧資金調達手段 ¹⁾	耐震補強費用調達手段
インデックス	為替レート	マグニチュード	マグニチュード 地表面加速度
確率分布	正規分布	地震発生過程モデル	地震発生過程モデル
取引形態	コールオプション買 コールオプション売 プットオプション買 プットオプション売	売買	売買
売買契約 購入者 売却者	個人・法人 個人・法人	行政 投資家	投資家 個人・法人・行政
オプション価格	利益の期待値	復旧費の期待値	耐震補強費
期間(通常)	比較的短期(数ヶ月) オプション行使時まで	比較的長期(数年)	比較的長期(数年) オプション行使時まで
金利の影響	比較的小さい	比較的大きい	比較的大きい
買側 権利 義務	為替変動リスク回避 オプション料支払	復旧費の受取 オプション料支払	償還金の受取 耐震補強費の支払
売側 権利 義務	オプション料受取 為替変動リスク受入	オプション料受取 復旧費の支払	補強建物の取得 償還金の支払

(2) 本技術の内容

1) フローチャート



2) 各ステップの説明

① 耐震補強対象建物（群）の設定

- ・ 全国にある既存構造物のうち、耐震補強が必要と考えられる構造物の候補リストを蓄積したデータベースを作成する。
- ・ データベースの中から、用途・築年・地域・(必要な補強レベル)・オーナーが希望する耐震補強レベルなどを考慮していくつかの耐震補強対象構造物を選択する。

例

耐震補強建物群の設定（n件）

（立地条件、築年数、構造形式、階数、・・・）

建物1（東京都〇〇区〇〇、1972、RC、10、・・・）

建物2（大阪府〇〇区〇〇、1981、SRC、15、・・・）

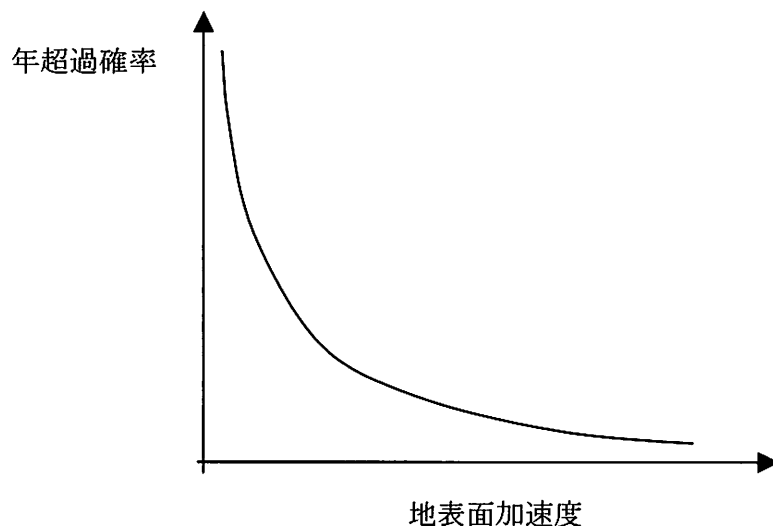
建物3（愛知県〇〇市〇〇、1970、RC、6、・・・）

・

・

建物n（福岡県〇〇市〇〇、1976、SRC、10、・・・）

各立地のハザード曲線



② 各建物の耐震性能評価

- ・ 既存建物の耐震性能は、一般に財団法人日本建築防災協会出版の耐震診断基準によって評価される。
- ・ 一般に耐震補強をするためには、まず耐震診断を行い、その結果に基づいて耐震補強の設計を行う。診断の結果、「要補強」と判定された建物が、本リスク

ファイナンス技術の対象となる。

- ・ 耐震性能は、先の耐震診断基準に基づき、耐震構造指標（ I_s 値）で評価されることが多い。 I_s 値は、想定される地震に対して必要な耐力・エネルギー吸収量に対する、現建物の耐力・エネルギー吸収量の比を表すものである。この数値が、0.6 以上であれば、現行の設計基準に対して安全であると判断されるが、それ以下の場合、不適格と判断される。
- ・ I_s 値が 0.6 以下の建物は 0.6 以上になるように何らかの補強をすることになる。

例

各耐震性能評価

I_s 値 （耐震性能指標）

建物 1 （0.4）

建物 2 （0.5）

建物 3 （0.45）

・

・

建物 n （0.3）

③ 耐震補強レベルの設定

- ・ ②で述べたように、 I_s 値が 0.6 以下の建物は何らかの補強をする必要があるが、その補強のレベルをどの程度にするかを判断する必要がある。
- ・ 耐震診断基準によれば、0.6 になるような補強を実施すれば良いことになるが、最近では、必要に応じて任意の耐震レベルを設定する方法（性能設計）をとる場合がある。
- ・ 建物の補強レベルは、必要な耐震性能を設定し、加えて補強方法による費用・使い勝手の変化・施工方法・施工期間などをオーナーが勘案して決定されるものである。

例

耐震補強レベル

$I_{s, req}$ （目標耐震性能指標） 一般的には、0.6 以上

建物 1 （0.65）

建物 2 （0.7）

建物 3 （0.8）

・

建物 n （0.6）

④ 再調達価格の算定

- ・ 再調達価格とは、現在同じ効用の建物を建設しようとした場合の要する費用の総額のことである。
- ・ 本技術の中で再調達価格は、耐震補強費や被害額を相対的に表すための基準として使うものである。例えば、再調達価格が1億の建物に対し、ある地震に対して被害が3000万円であれば、再調達価格の30%、必要な耐震補強費が1000万円に済むとすれば、それは再調達価格の10%と表現することができる。これにより複数の異なる建物を同じ指標で判断することができる。
- ・ 再調達価格の求め方は、詳細な方法から簡略な方法までさまざまある。最も正確な方法は、対象建物の見積書から算定する方法である。見積書が無い場合は、再度見積もりを取るか、一般的な同規模の建物から類推して算出する。
- ・ 地震リスク評価を行う場合の再調達価格は、部位別に分けて考える方法がある。例えば、躯体・設備・内装・外装・基礎などである。それぞれに要する費用を算出して、総和を取ることで再調達価格を求める。
- ・ 例えば、集合住宅であれば、再調達価格を1とした場合、基礎の価格は0.1、躯体の価格は0.3、設備の価格は0.2、内装の価格は0.2、外装の価格は0.2などと振り分けて考える。建物用途によって、この比率が変化する。外装にお金を使っている建物はその比率が高くなる。

例

再調達価格および内訳

(再調達価格、躯体費、設備費、内装費、外装費、・・・)

建物1 (10億円、3億円、3億円、2億円、2億円、・・・)

建物2 (15億円、4億円、4億円、3億円、3億円、・・・)

建物3 (7億円、2億円、2億円、2億円、1億円、・・・)

・

・

建物n (10億円、4億円、2億円、2億円、2億円、・・・)

⑤ 耐震補強費用の算定

- ・ 各補強レベルの施工費がどのように変化するかを把握する。補強レベルが上がれば、取り付ける補強部材も多くなるため、一般に工事費も高くなる。
- ・ 但し、建物によって、費用と性能の関係は、比例する場合とそうでない場合などさまざまなケースが考えられる。
- ・ 耐震補強費用の算定も詳細な場合と簡略な場合が考えられる。個別に設計図書を見て見積もりを出す場合と過去の実績データを基に推定する方法が考えら

れる。

例

耐震補強費用の算定

C, req (耐震補強費用、再調達価格に対する比)

建物 1 (3000 万円、3%)

建物 2 (7000 万円、4.7%)

建物 3 (1 億円、14.2%)

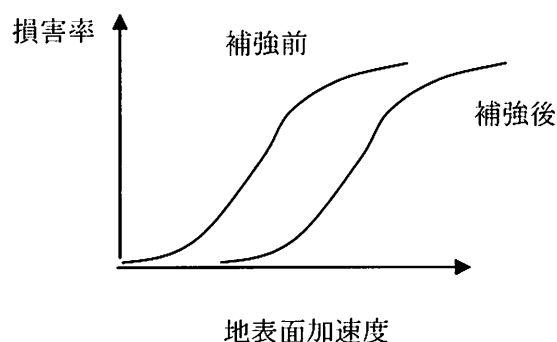
・

・

建物 n (8000 万円、8%)

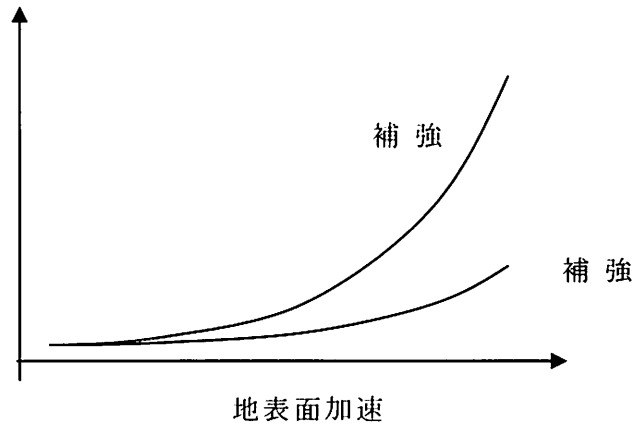
⑥ 補強前と補強後の損害率および損害額の計算

- ・ 補強によってどの程度損害率および損害額が減少するかを計算する。
- ・ 損害率とは、縦軸が確率で、横軸が地震規模のグラフで表される。



- ・ 損害率は、大破・中破・小破などに対して与えることもできる。また、再調達価格で述べたように部位別に設定する必要がある場合もある。例えば、基礎・躯体・設備・内装・外装材ごとにその被害率を定めることも可能である。但し、過去の被害調査結果がこれら分類ごとにまとめられている必要がある。金融商品ごとの必要性に応じてデータを作成する。
- ・ 損害額は損害率を基に、その単価をかけて算定する。但し、その単価は、損害率によって一定の場合もあるが変動する場合もある。つまり、被害率がある値を超えると、その被害額が急に増加する場合もあるということである。これは、対象となる建築物の特性によって異なる。
- ・ 損害率は、過去の地震被害調査結果を基に作成したデータから推定する。補強前、後ともそれらデータから推定する。

損害

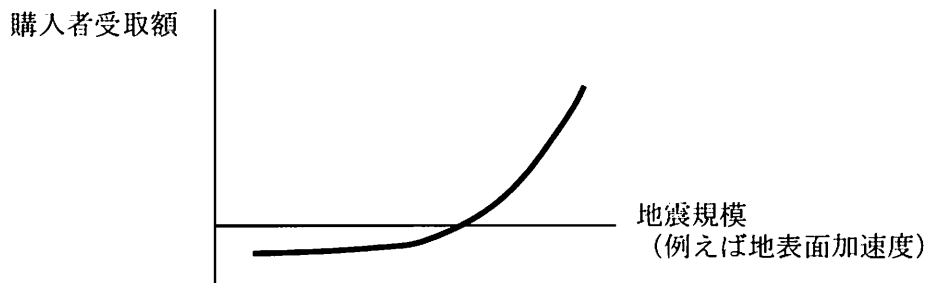
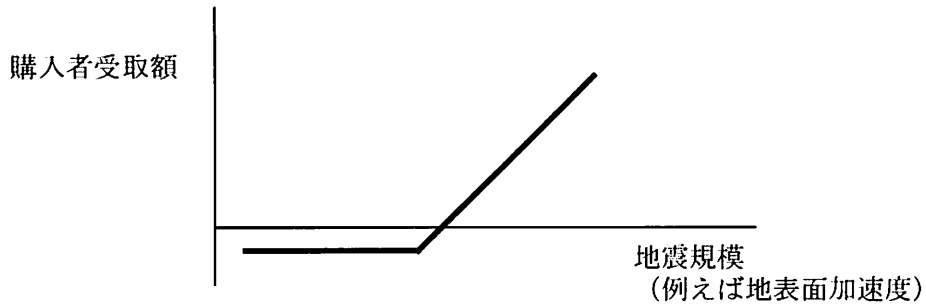


- ・ その他に、被害率を解析などのシミュレーションで求める方法もある。また、これらシミュレーションの結果をデータベースとして保有し、それを用いて個別の建物の被害率を算定する方法もある。

⑦ 金融商品の設計条件の設定

- ・ 想定される入力項目
オプション価格 = ⑤の耐震補強費用
償還年数 = 権利行使日
オプション取引パターン (下記曲線形状)

例



⑧ 未知変数の確定

⑦の設計条件の中の1つを選択

主には、オプション取引パターンが未知数になる。

⑨ パラメトリックスタディ

⑧で確定した未知変数に対するパラメトリックスタディを実施する。

主に、取引パターンを変化させることにより、

オプション価格＝必要耐震補強費

になるような取引パターンを見つける。

⑩ 金融商品の妥当性の確認

- ・ 本技術に基づいた金融商品を単独で売り出す場合と、他の金融商品と組み合わせて売る場合を想定することができる。
- ・ 妥当性の中には、単独商品としての妥当性と複数商品の1つとして組み合わせた場合の妥当性の2種類を含む。つまり、単独では成り立たないが、ポートフォリオという枠で複数の金融商品（ハイリスクハイリターン型とローリスクローリターン型の組み合わせなど）のうちの1つと位置付ければ成り立つ可能性があることを想定している。

(3) 実施例（金融商品のバリエーション）

対象建物の棟数に着目した場合

1棟、複数棟（m棟）

償還年数（オプション行使期間）に着目した場合

1年ごと、n年毎、n年

例

既存不適格の集合住宅群の耐震補強を推進するためのリスクファイナンス技術の提案

- ① 全国の既存不適格な集合住宅で耐震補強を実施したいが資金計画の調整がつかない物件を選択する。
- ② 例えば100棟を全国から選び、各建物の立地条件・建物構造などの基礎データを収集する。
- ③ 各建物の再調達価格・耐震性能指標などを算定する。
- ④ 対象建物それぞれの耐震補強費用と補強前・補強後の想定被害額を計算する。
- ⑤ 各建物の補強費用（オプション価格）、境界震度レベル、オプション取引パターン、タイプなど金融商品の諸設計条件を確定する。

- ⑥ オプション価格を満足する取引価格（取引パターン）を算定する。
- ⑦ ⑥の取引価格の妥当性を確認する。例えば、補強しない場合の大地震発生時の被害額が取引価格を上回っている場合は、金融商品の市場性に欠けると判断できる。その場合は、設計条件の変更を行い、妥当な金融商品になるまでパラメトリックスタディを繰り返すことになる。

参考文献

- 1) 新井伸夫、矢代晴実、福島誠一郎：都市の防災・復興における市場原理を活用した資金調達の提案、日本建築学会、総合論文誌 第2号、pp.100-105、2004

2. 活動経過

第1回WG

- 日時：平成16年6月2日（火）14：00～16：30
- 場所：東京大学生産技術研究所 ICUS ew601
- 議事内容：今年度の防災WGに関する活動テーマの審議
 - ・目黒先生からの研究テーマの候補に関する提案があり、これに関してメンバー間での意見交換を行った。

第2回WG

- 日時：平成16年7月28日（水）16：00～18：00
- 場所：東京大学生産技術研究所 ICUS ew601
- 議事内容：研究テーマの審議と情報収集
 - ・目黒先生から災害のデータベース構築やマニュアルに関する研究テーマの具体的なイメージが示された。また、筑波大学・村尾先生から「日本社会に適した危機管理システム基盤構築（H15年度科学技術振興調整費研究）」の講義を受けた。

第3回WG

- 日時：平成16年11月1日（月）14：00～17：00
- 場所：東京大学生産技術研究所 ICUS ew601
- 議事内容：目黒メソッドによる地震時の発生事象の検討、耐震補強の推進制度の提案
 - ・目黒先生より、目黒メソッドの背景として情報共有標準化WGの活動等の紹介があった。また、メンバー各自が地震発生時に時系列で発生する事象をWGの開催前に書き出したものについて、目黒研の大山氏から分析結果が示された。
 - ・山田委員から、既存不適格建築物の耐震補強の推進制度に関する提案があった。

第4回WG

- 日時：平成16年11月16日（火）10：00～12：00
- 場所：東京大学生産技術研究所 ICUS ew601
- 議事内容：耐震補強の推進制度の検討、災害データベースに関する議論
 - ・前回は提案のあった耐震補強の推進制度に関して継続的な審議を行った。
 - ・目黒先生から、新潟県中越地震で得られた情報を整理し、メンバーで様々な意見を出し合っただータベースをよいものに構築していくことを行う提案があった。

第5回WG

- 日時：平成17年3月2日（水）15：00～18：00
- 場所：東京大学生産技術研究所 プレハブ棟2階 第五会議室
- 議事内容：防災WG中間報告書の審議、来年度の活動計画の検討、その他
 - ・中間報告書の報告内容の確認を行い、報告事項の修正・追加を行った。
 - ・2つのSWGに関して来年度の実施内容を議論した。
 - ・目黒研究室の学生から、防災に関する研究成果の発表があった。

環境WG

報告書

環境WG 名簿

氏名	会社名	所属
安岡 善文	東京大学生産技術研究所	教授
大岡 龍三	東京大学生産技術研究所	助教授
須崎 純一	東京大学生産技術研究所	講師
遠藤 貴宏	東京大学生産技術研究所	助手
落合 達也	アジア航測(株)	コアテクノロジー事業部 防災グループ
青木 久	基礎地盤コンサルタンツ(株)	保全・防災センター 保全部
瀬戸島 政博	国際航業(株)	地球環境プロジェクト
船橋 学	国際航業(株)	事業開発センター 地球環境プロジェクト
岡田 敬一	清水建設(株)	技術研究所先端技術開発センター
川村 哲也	東京電力(株)	国際部海外コンサルティンググループ
中井 秀信	東京電力(株)	建設部 土木・建築技術センター都市土木技術グループ
高田 励	東京電力(株)	建設部 海外事業グループ
中嶋 まどか	東京電力(株)	建設部 土木・建築技術センター都市土木技術グループ
炭谷 稔	(株)東横エルメス	計測事業部

1. 研究目的

アジア地域においては、都市に人口や機能が集中する傾向が強く、多くの国々においてその経済発展に伴う急激な都市化の問題（メガシティ化問題）が生じている。これらの大都市では、都市基盤整備や安全対策、また、環境対策、教育対策などの遅れのために、住民サービスの低下、環境汚染などが常態化し、一部地域の地域ではスラム化などの問題も発生している。また、一方で、急激な一極機能集中型都市は、その周辺地域において過疎化、荒廃地化などの問題も引き起こしている。

さらに、都市機能の急激な拡大は、大都市圏から大気や海洋への廃棄物（硫黄酸化物や二酸化炭素も含む）の放出を通じてグローバル大気汚染や沿岸における海洋汚染を引き起こしており、今後、重大な地球規模での環境問題を引き起こす可能性が高いことも指摘されている。

アジアにおける大都市問題を評価するためには、環境、安全、健康など様々な側面からデータを収集し、その持続性、健全性を指標化し、さらに、対策を講ずることが必要となる。しかしながら、多くのアジアの国々では、どのような視点から都市を評価するかの基準が定まっておらず、また、信頼性の高い都市関連データを収集することも容易ではない。

そこで、RC39 環境ワーキンググループではアジアにおけるメガシティ化がもたらす環境への影響評価を行い、それに基づく対策マニュアルの作成を実施する。

2. 研究内容

本ワーキンググループでは、今後急速に進むと考えられるアジアの大都市化（メガシティ化）問題を対象として、

- ・ 大都市における問題の抽出
- ・ 都市の持続性の評価手法、指標化手法
- ・ データの収集手法、観測手法

について検討する。

平成 16 年度は、これまで試行されている都市に関する指標の調査を行うとともに、日本の都市圏を対象として具体的な指標作りとそのためのデータ収集を行った。様々な都市問題への対応策が進められており、また、様々なデータが蓄積されている日本の都市を対象としたケーススタディから、その指標化やデータ収集の手法を、そのままアジアに適用することは難しいが、初年度は、都市指標作りの問題点を抽出することを目的として、あえてデータ整備の進んでいる日本の都市を対象とした。

次年度においては、必ずしも十分なデータが整備されていないアジアの大都市圏を対象として、衛星リモートセンシングなどを利用したデータ収集手法、指標化手法について検討を行う。

なお、アジアにおける大都市化の問題は、科学技術研究推進機構（JST）において行われた、今後 20 年を見越した科学技術の推進課題の抽出において、環境分野の 4 課題の一つにも取り上げられた。今後、様々な視点から大都市化の問題解決に取り組むことが必要であることを付記する。

3. 都市の指標

本章では各機関もしくは国により提案されている既存の環境指標の調査を行った。はじめに、分析対象とした環境指標を示し、それぞれの概要を述べる。次に、各枠組みにおいて実際に使用されている指標から、使用頻度の高い指標を抽出する。最後に、提案した指標をどのように評価するかについての事例を報告する。

3.1 調査対象とした環境指標

以下の5機関で用いられている環境指標を対象として調査を行った。

- Organization for Economic-Co-operation and Development (OECD)
- United Nations Commission on Sustainable Development (UNCSD)
- United Kingdom (UK)
- Europe Commission (EC)
- United Nations Environmental Programme (UNEP)/GRID

各機関の指標の概要について以下に報告する。

OECD

Environmental Indicators Development, Measurement and Use (OECD, 2003)では、環境指標は Core Environmental Indicators (CEI)、Key Environmental Indicators (KEI)、Sectoral Environment Indicators (SEI)、Decoupling Environmental Indicators (DEI) の4つに分類され、特定の目的や枠組みと関連づけて用いられる。CEIは環境の向上とそれに含まれる要素を追跡し、環境政策を分析するための指標として用いられ、全部で52の指標がある。KEIは一般の人々や政策決定者に与えられるCEIの中から抽出された指標であり、コミュニケーションに用いられることを目的としている。SEIは特定の部門(交通、エネルギー、家計消費、旅行、農業)の政策と環境問題を統合するための指標であり、Pressure-State-Response (PSR)モデルによって指標が分類されている。DEIは持続可能な社会にどの程度近づいてきているかを示す指標であり、経済活動の中から環境負荷を分離して計測する。中心となる指標であるCEIの大項目を以下に示す。

気候変動、オゾン層破壊、富栄養化、酸性雨、有害物質、都市環境質、生物多様性、文化的景観、廃棄物、水資源、森林資源、水産資源、土壌劣化(砂漠化、浸食)、物質資源、社会経済、

UNCSD

Indicators of Sustainable Development : Framework and methodologies background paper No.3 (UNCSD, 2001)では、社会、経済、環境、制度の4つの観点から持続可能性を評価する指標が用いられている。これら4つの項目は階層構造となっており、その下にさらに、theme、sub-theme、indicatorがある。以下に大項目、中項目と指標数を示す。

- 社会指標 平等、健康、教育、住環境、安全、人口 (18 指標)
- 環境指標 大気、土地、海洋および海岸、淡水、生物多様性 (19 指標)
- 経済指標 経済構造、消費および生産形態 (16 指標)
- 制度指標 制度体制、制度能力 (4 指標)

UK

Quality of Life counts indicators for a strategy for sustainable development for the United Kingdom (Department for environment, food and rural affairs, 2004) では 21 の大項目、151 の環境指標から構成され、それぞれの大項目から抽出された指標が Headline Indicator としてまとめられている

15 項目の Headline Indicator は下記の通りである。

持続可能な経済、経済の安定度および競争、スキル向上と仕事へのやりがい、持続可能な生産と消費、経済の活性化と雇用の促進、健康、旅行、利用可能性、周囲環境、参加と強力な制度、
統合的アプローチ、気候変動とエネルギー供給、空気と大気、淡水海洋と海岸、ランドスケープと野生生物、適切な対応、国際協力と開発

EC

The Urban Audit. Towards the benchmarking of quality of life in 58 European cities (EC, 2000) では環境指標が 5 つの大項目から構成されている。それぞれ、社会経済、住民参加、訓練、教育レベル、環境、文化・レクリエーションである。そして、大項目の下層に 21 の中項目があり、その下に 33 の指標がある。

UNEP/GRID

Cities Environmental Reports on the Internet (<http://www.ceroi.net/>) (UNEP/GRID, accessed 9 Mar. 2005)では、都市環境指標は、DPSIR (Driving Forces, Pressures, State, Impact, Response) のいずれかに分類される。また、外部からの影響、経済部門、物理的環境、社会環境、施設の 5 つの観点からも分類され、29 の指標から構成されている。

3.2 使用頻度の高い環境指標の抽出

前項で述べた 5 つの機関の枠組みに含まれる全ての環境指標について分析を行った。同一の対象物を測定している指標を調べ、3 つ以上の機関で用いられている指標を使用頻度の高い指標として抽出した。以下に項目ごとにまとめた使用頻度の高い環境指標を示す。

- 経済：GDP、投資割合
- 森林：緑地面積、森林保護面積
- 生物多様性：重要地域の指定、重要な種の存在度
- 安全性：犯罪発生率

健康：平均寿命、死亡率、医療へのアクセス

平等性：女性の地位向上

地球環境問題：温室効果ガス排出量、オゾン破壊物質排出量、大気汚染物質濃度

人口：人口増加率、人口密度

エネルギー：年間エネルギー消費量、エネルギー供給構造、交通モード別の移動量

廃棄物：排出量、有害廃棄物排出量、放射性廃棄物の排出量、リユース/リサイクル量

農業：農薬使用量

騒音：騒音暴露人口割合

水：年間使用量、飲料水の水質

3.3 指標の評価事例

最後に、Indicators for the integration of environmental concerns into transport policies (OECD、1999) による指標の評価事例を報告する。この報告書では OECD の SEI の交通部門の指標について述べられている。そしてこの中で指標の評価も行われている。指標の評価は、3つの評価項目から構成されている。それぞれ、1) 有用性、2) 理論的な健全性、3) 測定可能性、である。1) は、環境の状態や環境負荷、社会への影響を測定できているか、解釈が容易か、国際間で比較が可能であるか等を評価する。2) については、理論的な裏付けがあるか、国際的に重要であると認識されているか、経済モデルや予測、情報システムと関連づけられるかで評価を行う。3) はさらに2つの項目に分類され、データの入手可能性とデータの品質で評価が行われる。

4. 都市環境総合評価指標の概念設計

4.1 都市環境評価指標作成の基本コンセプト

本章では、サステナブルな都市づくりのための計画の指針となる都市環境を総合的に評価する指標を開発する。都市環境を評価するためには、まず都市とは何かということ定義する必要がある。都市に関する定義は多くの研究者・実務者が議論しているが、ここでは市部などの自治体が管轄する行政単位とする。何故なら多くの都市における環境対策は自治体単位で行われることが多く、評価も自治体単位で行うことが合理的であるからである。上述した都市環境指標の都市内外の定義においては、行政単位の地域の内部を都市内、外部を都市外と定義する。

また本評価指標を作成するに当たり以下の点に留意した。

(1) 総合性

都市環境評価をする場合に、個別の詳細なデータを収集することは非常に重要である。しかしながら、データが多くなればなるほど、取り扱いは煩雑となり、評価が困難となる。従って、ある程度のデータを集約して総合的な指標を作成することは重要である。

(2) 汎用性

一言で市部といえども非常に大きな差異が見られる。例えば、日本においても人口 800 万人を超える東京都（23 区）から、5 万人以下のものにいたるまでその規模も様々であることながら、人口構成、産業構造や気象条件、経済条件など大いに異なることから、すべての都市に対して汎用的かつ公正な指標を作成することが必要となる。そのためには、人口当たりの数値で表すなど、何らかの基準化が必要である。

(3) 包括性

環境影響評価におけるチェック・システムにみられるように、各種施策の影響や効果をチェックするためには、非常に広い領域の事象を包括的に取り扱う必要がある。具体的には（1）で挙げた総合化を構成する各個別要素が十分かつバランスよく用意されていることが必要である。

(4) 代表性

環境モニタリング等の場合は、代表性が求められる。すなわちある地域の環境要素を測定する場合に、測定する時間やその地域内の場所によって値が変化するものは代表性があるといえない。例えば、大気汚染質や騒音を計測する場合にはどこで測定したか？ということが結果に大きな影響を及ぼす。そのような場合には、計測のルールを明確にするとともに、地理的・時間的的代表性が検討されなければならない。

(5) 直観性

都市環境指標は、研究者や行政担当者等の専門家のみが利用するだけでなく、都市居

住者との議論のためにも役立てられるべきである。そのため、住民の生活実感や経験になじむような直観性、すなわち直観的な理解がしやすいという要件があげられる。

(6) 計測容易性

精緻な都市環境指標を作成しても、それを構成するデータが入手困難では、利用することができない。指標算定のためのデータが得やすく、かつ指標算定の方法が平易であることが必要である。

4.2 都市環境評価指標作成の基本骨格

都市の環境を評価する場合には、都市の良い面と都市の悪い面の双方を評価する必要がある。そもそも都市に人が集住するという行為は何らかの利便性を獲得するために行われるものである。この部分を見捨てて都市環境を評価すると、都市がない方が環境にとってよいという極論になりかねない。そこでここでは、都市があることによる利点と欠点について、それぞれ評価できる指標を構築する。言い換えれば、都市があることによって都市住民が受ける便益並びに、周囲環境への環境負荷である。ここではそれらを都市内環境品質 (Quality of Life Inside City) と都市外環境負荷 (Environmental Load Outside City) として定義し、それぞれについて整理を行う。

(1) 都市内環境品質 (Quality of Life Inside City)

表-4.1 に都市内環境品質を構成している各要素指標の例を示す。都市内環境は、大きく①環境・衛生、②機能・サービス、③安全、安心に分類する。

①の環境・衛生は、都市居住者が衛生的かつ自然豊かな状況で生活できるかという指標である。自然環境の豊かさを示す緑被率は、比較的計測も容易で代表性の高い指標であると考えられる。大気環境に関しては、直観的に思いつく指標は大気汚染濃度である。さらに呼吸器疾患患者数は疫学的調査より大気汚染と相関が高いことが確認されているため、非常に代表性の高い大気環境評価指標と言える。土壌・水質環境は指標化が難しい。何故なら水質や土壌汚染は局所性が高く、どの位置で測定したかによって大きく値が異なるからである。したがって、ここでは感染症患者数で代表させる。衛生環境については下水道普及率で代表させる。

②の機能・サービスについては、都市居住者の得られる文化的、社会的利便性を指標化したものである。人口増加率の高い都市は、それだけ魅力的であるということの意味している。また財政力指数の高い都市は、都市の経済状況がそれだけ健全であることを示している。中分類の居住機能については、豊かな住環境を示している。文化・教育における小学校教員数は、日本の自治体間において大きな差異は存在しないが、本指標をアジア諸国の各都市に拡張した場合には、社会的成熟度を示す指標として活用できることが期待される。中分類交通のうち、公共交通利用率は需要に即して、どの程度公共交通が整備されているかの目安になる。また道路利用利便性については、本来、道路面積と通過交通量の比で評価されるべきであるが、通過交通量の算定は詳細に全国で行われているわけではない。これに代わる指標の確立が求められる。

③の安全・安心は、文字通り、安全で安心して居住できる都市を示す指標である。地震安全性と火災安全性に対する不適格建築件数は、現在日本において、集計されているわけではない。地震時の倒壊危険建物、火災時の延焼危険性建物の簡易な測定・推定法並びにデータベースの収集が求められる。洪水危険性についてもその評価は難しい。都市内氾濫による洪水の場合は、下水処理能力に大きく依存するが、それ以外の要因も大きい。この点でもハザードマップの整理が求められる。

表-4.1 都市内環境評価指標(Quality of Life Inside City)

大分類	中分類	細分評価指標例
Q1 環境・衛生	自然環境	緑被率
	大気環境	主要幹線大気汚染濃度
		呼吸器疾患患者数/人口
		光化学スモッグ発生件数
	土壌・水質環境	感染症患者数/人口
	衛生環境	下水道普及率
上水道水質		
Q2 機能・サービス	行政	人口増加率
		財政力指数
	居住機能	住宅延床面積/人口
		電化率
		情報化率
	文化・教育	図書館蔵書数/人口
		小学校教員数/人口
	商業	小売店舗数/人口
	交通	都市計画道路面積/(通過交通量)
		都市計画道路の整備済み延長/都市計画区域居住者人口
		公共交通利用率
保健・福祉機能	老人福祉施設定員数/65歳以上人口	
	都市公園面積/人口	
Q3 安全・安心	地震	耐震性能既存不適格建築数
	防火	火災発生件数/人口
		防火性能既存不適格建築数
		消防署員数/人口
	洪水	下水処理能力
	防犯・事故	犯罪発生件数/人口
		外勤警官数/人口
病床数/人口		

(2) 都市外環境負荷 (Environmental Load Outside City)

表-4.2 に都市外環境負荷を構成している各要素指標の例を示す。大分類は①エネルギー消費、②資源・マテリアル、③広域環境である。

①のエネルギー消費については、すべてのエネルギーに対して1次エネルギー（熱量）評価により総エネルギー消費量を検討する。総量としてエネルギー消費量が小さければ、サステナブルであると判定されるので、個々の省エネルギーの取り組みについては、ここでは検討しない。

②の資源・マテリアルについては、水資源使用量と、廃棄物量で代表させて評価する。廃棄物量が少なければ、サステナブルであると判定されるので、個々の省資源化の取り

組みについては、ここでは検討しない。

③広域環境については、前節で挙げた都市内環境品質内の環境・衛生と異なり、都市外の環境汚染や地球環境にどの程度寄与しているかを表している。都市内の汚染排出量とそれが都市へ輸送される量とは大きな相関があると考えられるため、都市内の汚染排出量で代表させることが可能である。汚染排出量の算定に関しては、都市空間内のみの排出だけではなく、都市活動が惹起する排出まですべて含めることとする。例えば、電力消費に関する都市から遠く離れた地区における火力発電所からの大気汚染物発生量等が含まれる。また廃棄物に関しても、当該都市外に輸送されて処理される分に関しては、都市外への環境負荷という観点から広域環境に含める。

表-4.2 都市外環境負荷指標 (Environmental Load)

大分類	中分類	評価指標例
L1 エネルギー消費	電気	電気使用量[MJ/人・年] (1次エネルギー使用量)
	ガス	都市ガス使用量[MJ/人・年] プロパンガス使用量[MJ/人・年]
	他	灯油使用量[MJ/人・年]
L2 資源・マテリアル	水資源	上水使用量/人口
	廃棄物	産業廃棄物重量/人口 家庭廃棄物重量/人口
L3 広域環境	大気	CO2 総排出量/人口
		NOX 総排出量/人口
		SOX 総排出量/人口
	河川・地下	廃棄物量のうち系内未処理量/人口
その他	廃棄物量のうち系外未処理量/人口	

さらにこれらの評価項目を総合化するため、描く評価指標に重みづけで採点を行う。重みづけは、それぞれの都市のおかれた状況に対して臨機応変に変化させるべきである。次章の評価シート表において重み付け採点例を示す。

4.3 都市の環境効率

上記の都市環境指標をもちいて、都市の品質と負荷を評価するとともに、その結果の比を取り環境効率とする。すなわち、

$$\begin{aligned} & \text{都市の環境効率 (City Eco-Efficiency, EEC)} \\ & = \text{都市内環境品質} / \text{都市外環境負荷} \end{aligned}$$

である。これは CASBEE における建物の環境性能効率 (BEE, Building Eco-Efficiency) の都市バージョンと言える。環境効率は、都市の利便性と環境負荷のトレードオフを検討するための非常に有用な指標となりうるが、この指標のみを利用するのではなく、都市内環境品質と都市外環境負荷の両方の絶対評価を併せて行うことも重要である。

5. 都市比較表

表-5.1 大都市比較表(政令指定11都市)

区分	大項目	中項目	小項目	札幌市	仙台市	千葉市	東京都区部	横浜市	名古屋市	京都市	大阪市	神戸市	広島市	福岡市	全国
	基本データ			面積[km ²]	1,121.1	788.1	272.1	621.5	437.1	326.5	610.2	221.8	550.3	742.0	340.0
都市計画区域面積[km ²]				567.9	440.8	272.1	613.4	435.5	326.5	480.5	225.0	550.6	364.5	338.4	
年平均気温[°C]				9.05	12.73	16.12	16.71	16.14	16.12	16.27	17.3	17.14	16.07	17.32	
年間降水量[mm]				1101	1241	1370	1295	1638	1083	1025	954	824	1546	1371	
人口[人]				1,848,459	1,019,761	905,792	8,288,333	3,502,087	2,187,492	1,467,669	2,620,649	1,511,410	1,135,657	1,371,190	
人口密度[人/km ²]				1,649	1,294	3,329	13,337	8,056	6,701	2,405	11,814	2,747	1,530	4,033	
人口増加率(2002-2003)[%]				0.71	0.33	0.97	0.84	0.97	0.38	-0.08	0.34	0.41	0.36	0.99	
都市環境の品質・性能 / QUALITY	環境・衛生	衛生環境	下水道普及率[%]	99.4	94	90.1	100	99.6	99.6	99.2	99.9	98.2	91.1	99.1	
			出生1000人に対する乳児死亡[人]	2.4	2.7	2.4	2.9	3.4	3	3.1	3	2.8	2.6	3.3	
			人口10000に対する食中毒発生数	1.044	-	0.994	2.956	0.283	3.109	1.301	1.980	0.159	0.722	5.951	
			人口10000に対する感染症患者数[2類・3類・4類(1)]	0.795	0.647	0.651	1.281	0.622	0.791	0.763	1.255	0.814	0.467	1.787	
			SO ₂ 濃度[ppm](1999-2004平均値)	0.004	0.003	0.006	0.005	0.007	0.005	0.005	0.006	0.004	0.005	0.004	
			NO _x 濃度[ppm](1999-2004平均値)	0.047	0.041	0.048	0.081	0.066	0.054	0.051	0.076	0.048	0.055	0.052	
			SPM[ppm]濃度(1999-2004平均値)	0.016	0.026	0.039	0.045	0.036	0.04	0.03	0.039	0.028	0.035	0.031	
	機能・サービス	行政機能	人口増加率[%]	0.71	0.33	0.97	0.84	0.97	0.38	-0.08	0.34	0.41	0.36	0.99	
			財政力指数	0.67	0.88	1.06	-	0.95	0.96	0.7	0.99	0.74	0.79	0.76	
		居住機能	住宅床面積[m ² /人]	21.99	22.56	16.73	12.97	15.32	14.52	20.38	10.94	14.23	19.25	13.54	
			情報化率(加入電話住宅用比率%)	81.1	75.0	77.9	70.0	81.3	70.3	76.1	64.0	78.1	77.4	73.3	
		教育機能	小学校進学率(高校進学率%)	97.6	97.7	96.7	97.5	97.3	96.2	97.8	96.3	97.4	96.3	96.1	
			人口1000人に対する小学校教員数	2.53	2.84	2.70	2.36	2.66	2.63	2.61	2.54	2.74	2.88	2.45	
			図書館蔵書数[冊/人]	1.13	2.41	2.80	3.07	1.21	1.68	1.79	1.34	1.05	2.94	1.56	
		商業機能	人口1000人に対する幼稚園数	0.82	1.14	1.08	0.97	0.86	0.91	0.86	0.81	1.07	1.06	0.96	
			人口1000人に対する小売店舗数	6.46	8.48	6.73	10.95	6.53	10.76	12.66	13.95	10.29	9.02	10.15	
		道路機能	公共交通分担率[%](JR/総乗車人員 ¹⁾)	20.4	36.1	83.6	33.7	35.5	13.9	31.5	25.5	31.5	53.7	28.6	
			道路面積[m ² /人]	32.93	26.48	23.77	11.82	15.39	24.83	15.19	15.18	22.02	24.62	20.52	
		福祉機能	都市公園面積[m ² /人]	10.46	10.58	8.75	2.87	4.49	6.76	4.06	3.46	16.46	7.57	8.59	
			福祉施設数 welfare facilities	489.00	381.00	221.00	2926.00	538.00	531.00	621.00	1114.00	692.00	363.00	418.00	
		安全・安心	火災	人口1000に対する火災件数[件]	0.28	0.43	0.46	0.59	0.33	0.59	0.22	0.61	0.49	0.55	0.37
人口1000に対する消防吏員数[人]	0.96			0.98	1.03	2.12	0.96	1.05	1.24	1.26	0.90	0.99	0.74		
犯罪・事故	人口1000に対する犯罪件数[件]		23.26	27.10	33.45	26.76	20.59	37.43	28.50	47.99	33.67	27.98	41.99		
	人口1000に対する交通事故発生件数[件]		6.38	6.29	6.74	7.21	7.03	8.75	8.04	7.78	7.50	8.25	10.93		
	人口1000に対する病床数		21.11	12.40	10.48	9.94	8.01	12.40	16.56	13.70	12.60	13.41	16.37		
都市の外界環境への負荷 / LOAD	エネルギー	電気	販売電力量[kWh/人・年]	4,053.0	5,101.0	4,622.5	7,508.6	3,892.3	17,001.5	4,641.6	6,127.0	4,658.5	5,622.0	7,421.3	
			ガス	都市ガス[MJ/人・年]	5,592.8	8,082.0	25,469.5	22,175.9	13,754.4	15,763.8	18,774.2	26,794.0	17,463.8	9,801.0	8,225.8
		プロパンガス[kg/人・年]	124.5	128.0	322.8	124.4	183.8	213.0	56.0	115.8	102.4	111.9	140.0	1	
	灯油	販売灯油量[l/人・年]	649.5	373.1	117.1	337.1	192.4	301.5	90.3	194.6	157.3	284.8	222.3	2	
	資源	水資源	上水使用量[m ³ /人・年]	97.1	115.0	103.5	133.9	116.1	128.3	130.3	166.7	123.8	120.7	101.7	
	廃棄物	一般ごみ	排出量[kg/人・年]	493.8	427.8	386.5	440.6	426.7	388.4	475.6	503.3	485.8	396.8	427.1	4
		産業廃棄物	排出量[ton/人・年]	6.6	3.0	4.6	2.1	2.8	2.4	2.5	2.0	3.2	2.9	1.9	
	大気	CO ₂ 排出量	排出量[kg/人・年]	1,977	1,217	1,090	1,247	1,104	1,140	1,240	1,210	1,155	1,219	1,137	1
		SO ₂ 排出量	排出量[kg/人・年]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		NO _x 排出量	排出量[kg/人・年]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
浮遊粒子状物質排出量		(SPM)排出量[kg/人・年]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

※"斜字"は都道府県別データ(代用)

注1)総乗車人員:市(都)営電車+市(都)営バス+高速鉄道(地下鉄)+JR+私鉄+新交通システム

6.評価シート
6.1評価シート(日本語版)

表-6.1 サステナブル都市実現のための評価シート

都市内環境評価指標 (Quality of Life Inside City)										
大項目	中項目	小項目	水準の目安					小項目重み	大項目重み	備考
			1	2	3	4	5			
環境・衛生	自然度	(緑被率)	~30	30~60	60~90	90~120	120~		0.3	全国=100
	衛生環境	公害苦情件数[件/人・年]	~0.15	0.15~0.2	0.2~0.25	0.25~0.3	0.3~	0.4		全国平均0.20
		下水道普及率[%]	~50	50~60	60~70	70~80	90~	0.6		
		(主要幹線大気汚染濃度)								
		(光化学スモッグ発生件数)								
		(呼吸疾患患者率)								
		(伝染病疾患患者率)								
	SO ₂ 濃度[ppm]	0.004~		~0.004				環境基準値:0.004ppm(1時間値の1日平均値)以下		
	NO _x 濃度[ppm]	0.006~		0.006~0.004				環境基準値:0.004~0.006ppm(1時間値の1日平均値)またはそれ以下		
	SPM[ppm]濃度	0.10~		~0.10mg/m3				環境基準値:0.10mg/m3(1時間値の1日平均値)かつ0.20mg/m3(1時間値)以下		
機能・サービス	行政機能	人口増加率[%]	~-0.4	-0.4~-0.2	-0.2~+0.2	+0.2~+0.4	+0.4~		0.4	全国平均0.11
		財政力指数	~0.25	0.25~0.35	0.35~0.45	0.45~0.55	0.55~			全国平均0.41
	居住機能	住宅面積[m ² /人]	~25	25~30	30~35	35~40	40~			全国平均33.4
		電化率								
		情報化率								
	教育機能	高校進学率(小学校進学率)	~96	96~97	97~98	98~99	99~			全国平均97.6
		人口1000人に対する小学校教員数								
		図書館蔵書数[冊/人]								
		人口1000人に対する幼稚園数								
	商業機能	小売店舗数[店/1000人]	~9	9~10	10~12	12~13	13~			全国平均11.0
交通機能	道路総延長/(通過交通量)							全国平均2.4(=整備済都市計画道路延長/自動車保有台数)		
	公共交通分担率[%]	~15	15~25	25~35	35~45	45~		全国平均29.5		
福祉機能	都市公園面積[m ² /人]	~3	3~6	6~9	9~12	12~		全国平均7.69		
	福祉施設数[件/人]									
安全・安心	地震	既存不適格件数率[%]	~50	50~40	40~30	30~20	20~		0.3	
		火災	火災発生件数[件/1000人・年]	~0.8	0.8~0.6	0.6~0.4	0.4~0.2	0.2~		
	火災	既存不適格件数率[%]	~50	50~40	40~30	30~20	20~			
		消防所員数[人/1000人]	~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.4	1.4~			
	風水害	被害件数/被害時総雨量・年	~4	4~3	3~2	2~1	1~			台風などによる非常時の発生により係数が大きく変わる
	犯罪・事故	犯罪発生件数[件/1000人・年]	~50	50~42	42~34	34~26	26~			
		交通事故発生件数[件/人・年]	~10	10~8	8~6	6~4	4~			踏切を含めた道路上で発生した交通事故件数
		外勤警察[人/1000人]	~1	1~1.8	1.8~2.4	2.4~3	3~			
	病床数[床/1000人]	~8	8~12	12~16	16~20	20~		全国平均108.9		
都市外環境負荷指標 (Environmental Load)										
大項目	中項目	小項目	水準の目安					小項目重み	大項目重み	備考
			1	2	3	4	5			
エネルギー	電気	電気使用量[kWh/人・年]	8000以上	8000~7000	7000~6000	6000~5000	5000以下		0.4	
	ガス	都市ガス使用量[MJ/人・年]	10000以上	10000~9000	9000~8000	8000~7000	7000以下			
		プロパンガス使用量[kg/人・年]	240以上	240~180	180~120	120~60	60以下			
	灯油	灯油使用量[l/人・年]	400以上	400~300	300~200	200~100	100以下			
資源	水資源	上水使用量[m ³ /人・年]	110以上	110~100	100~90	90~80	80以下		0.3	
	物質	家庭ごみ排出量[kg/人・年]	440以上	440~420	420~400	400~380	380以下			
		産業廃棄物排出量[ton/人・年]	4.0以上	4.0~3.5	3.5~3.0	3.0~2.5	2.5以下			
広域環境	大気	CO ₂ 排出量[ton/人・年]	1300以上	1300-1250	1250-1200	1200-1150	1150以下		0.3	
		SO ₂ 排出量[kg/人・年]								
		NO _x 排出量[kg/人・年]								
		浮遊粒子状物質排出量[kg/人・年]								

Chart-6.2 Evaluation Sheet

Quality of Life Inside City										
First Classification	Second Classification	Third Classification	Standard					weight(3rd)	weight(1st)	Notes
			1	2	3	4	5			
Environment/ Public Health	Degree of nature	Ratio of vegetation coverage	~30	30~60	60~90	90~120	120~		0.3	average in Japn: 100
	Sanitary conditions	Cases of grievances against pollution	~0.15	0.15~0.2	0.2~0.25	0.25~0.3	0.3~	0.4		average in Japn: 0.20
		Distribution ratio of sewerage (%)	~50	50~60	60~70	70~80	90~	0.6		
		Air pollution concentration along main roads								
		Cases of oxidase smog								
		Ratio of patients of breathing diseases								
		Ratio of patients of infectious diseases								
	SO ₂ Density (ppm)	0.004~		~0.004						environmental standa Japan:under 0.004ppm
NO _x Density (ppm)	0.006~		0.006~0.004					environmental standa between/under 0.004		
SPM Density (mg/m ³)	0.10~		~0.10mg/m ³					environmettal standa under 0.10mg/m ³		
Public Function/ Public Seivices	Administration	Growth rate of population (%)	~-0.4	-0.4~-0.2	-0.2~+0.2	+0.2~+0.4	+0.4~		0.4	average in Japn: 0.11
		Financial capability index	~0.25	0.25~0.35	0.35~0.45	0.45~0.55	0.55~			average in Japn: 0.41
	Habitation	Floor space of houses (m ² /one person)	~25	25~30	30~35	35~40	40~			average in Japn: 33.4
		Ratio of electrified areas								
	Education	Ratio of persons equipped with information devices								
		Ratio of graduates studying in elementary schools	~96	96~97	97~98	98~99	99~			average in Japn: 97.6
		the number of teacher at primary school (the number/1,000persons)								
		the number of the library volumes (the number/one persons)								
	Commerce	the number of Infant school (the number/1,000persons)								
		Retail stores(the number/1,000persons)	~9	9~10	10~12	12~13	13~			average in Japn: 11.0
	Traffic	Length of roads/Passing transport								average in Japn: 2.4
		Modal share of public transport(%)	~15	15~25	25~35	35~45	45~			average in Japn: 29.5
Weifare	Areas of urban parks(m ² /person)	~3	3~6	6~9	9~12	12~		average in Japn: 7.69		
	Medical welfare facilities (the number/one person)									
Safty/ Security	Earthquake	Ratio of non-earthquake-proof houses (%)	~50	50~40	40~30	30~20	20~		0.3	
		Fire	Fire occurrences (the number/1,000perons/one year)	~0.8	0.8~0.6	0.6~0.4	0.4~0.2	0.2~		
	Fire	Ratio of non-fire-proof houses (%)	~50	50~40	40~30	30~20	20~			
		Rescue operation persons of fire station (the number/1000persons)	~0.8	0.8~1.0	1.0~1.2	1.2~1.4	1.4~			
	Storm and flood damage	the number of disasters /the volume of rainfalls (the ratio/one year)	~4	4~3	3~2	2~1	1~			
	Crime/Accident	Criminal offenses (the number/1000persons/one year)	~50	50~42	42~34	34~26	26~			
		Traffic accidents (the number/one person/one year)	~10	10~8	8~6	6~4	4~			
		Field policemen (the number/1,000persons)	~1	1~1.8	1.8~2.4	2.4~3	3~			
Beds of sickness (the number/1,000persons)		~8	8~12	12~16	16~20	20~		average in Japn: 108.1		
Environmental Load										
First Classification	Second Classification	Third Classification	Standard					weight(3rd)	weight(1st)	Notes
			1	2	3	4	5			
Energy	Electricity	Consumption of electricity (kWh/one person/one year)	8000~	8000~7000	7000~6000	6000~5000	~5000		0.4	average in Japn: 6.48
	Gas	Consumption of city gas (MJ/one person/one year)	10000~	10000~9000	9000~8000	8000~7000	~7000			average in Japn: 8.36
		Consumption of propane gas (kg/one person/one year)	240~	240~180	180~120	120~60	~60			average in Japn:153.1
Resources	Oil	Consumption of kerosene (l/one person/one year)	400~	400~300	300~200	200~100	~100		0.3	average in Japn:234.1
	Water Resources	Water use (m ³ /one person/one year)	110~	110~100	100~90	90~80	~80			average in Japn:95.3
		Waste	Household refuse (kg/one person/one year)	440~	440~420	420~400	400~380	~380		
Industrial wastes (ton/one person/one year)	4.0~		4.0~3.5	3.5~3.0	3.0~2.5	~2.5		average in Japn: 3.2		
Environment wide area	Atmosphere	CO ₂ Emission Volume (ton/one person/one year)	1300~	1300~1250	1250~1200	1200~1150	~1150		0.3	average in Japn: 1,22
		SO ₂ Emission Volume (ton/one person/one year)	-	-	-	-	-			under research
		NO _x Emission Volume (ton/one person/one year)	-	-	-	-	-			under research
		SPM Emission Volume (ton/one person/one year)	-	-	-	-	-			under research

7. 今後の課題

7.1 日本

今年度は、新しい都市環境評価指標の枠組みの作成を行った。ただしあくまで枠組みの作成であるので、今後、構成要素である個々の評価指標や重み係数の見直しを図る必要がある。そのためには、いくつかの具体的な都市に適用し、指標のブラッシュアップを行う。日本の都市の場合は比較的各種データが入手しやすいため、ブラッシュアップ作業も容易に行えると考えられる。逆に日本の都市の場合には、行政サービスが比較的公平に行われているので、都市間での差異が現れにくいことが予測される。都市環境の差異を明示的に表すことが可能な個別の環境指標の選択が必要とされるであろう。

7.2 アジア

アジアのメガシティにおいては、日本国内に比較して、収集されている環境データの種類が少ないのが実情である。またメガシティ間の比較においても、同一データが得られるとは限らず、仮に同一種類のデータであっても収集基準が異なることもあり、共通データの策定、抽出だけでも多大な時間と労力を要すると想像できる。

そこで、上空から均質データを面的に取得でき、時系列で評価可能なリモートセンシングデータが、有力なデータ源として考えられる。しかしながら、リモートセンシングで取得可能なのは地表面上のスペクトルデータであることが多く、例えば大気に関するデータの直接推定は難しく、何らかの推定モデルが必要とされる。また、リモートセンシングデータに限らず統計データにおいても、時間軸上ではあくまでも離散的なデータにすぎず、断片的な観測データの背後に存在するダイナミクスを理解する必要がある。現在の都市の成長は、アジア域のみの関係で説明できるのではなく、国際分業関係に基づくグローバルネットワークの発展と大きく関わっていると指摘されている。そのような視点に鑑みて、例えば、エネルギーや人、資本の流れを基本的な評価項目として、環境に関する要因を積み上げていく方法も考えられる。

つまり、今後の課題としては、アジアメガシティ間を共通に比較するために、面的に評価可能で都市を形成するダイナミクスを説明できる環境指標の抽出に注力していきたい。

8. 活動経過

8.1 第1回WG

日 時：平成 16 年 6 月 2 日（水）16:00～18:00

場 所：東京大学生産技術研究所 会議室

出席者：東京大学生産技術研究所 安岡教授、瀬戸島客員教授、大岡助教授、遠藤助手

国際航業（株）技術事業開発部 事業開発センター 船橋氏

清水建設（株）技術研究所 先端技術開発センター 岡田氏

東京電力（株）建設部 土木・建築技術センター 中井、中嶋

議 題：今年度活動内容の検討・確認

（1）検討件名：「アジアにおけるメガシティの評価とその対策」

（2）実施内容：アジアにおけるメガシティ化がもたらす環境への影響評価を行い、それに基づき、対策マニュアルの作成を行う。

8.2 第2回WG

日 時：平成 16 年 7 月 8 日（木）10:00～12:00

場 所：東京大学生産技術研究所 Cw601 号室 ICUS センター長室

出席者：東京大学生産技術研究所 安岡教授、瀬戸島客員教授、大岡助教授、遠藤助手

国際航業（株）技術事業開発部 事業開発センター 船橋氏

清水建設（株）技術研究所 先端技術開発センター 岡田氏

東京電力（株）建設部 土木・建築技術センター 中井、中嶋

議 題：（1）文献調査実施「環境指標による都市環境の評価」

8.3 第3回WG

日 時：平成 16 年 8 月 19 日（木）16:00～18:30

場 所：東京大学生産技術研究所 Cw601 号室 ICUS センター長室

出席者：東京大学生産技術研究所 安岡教授、瀬戸島客員教授、大岡助教授、遠藤助手

国際航業（株）技術事業開発部 事業開発センター 船橋氏

清水建設（株）技術研究所 先端技術開発センター 岡田氏

東京電力（株）建設部 中井、高田、中嶋

議 題：（1）「地球環境サミット」とその後の進捗状況について

（2）文献調査実施「巨大都市の空間コントロール手法」について

（3）都市の環境に関する指標（INDEX）の項目出し

（4）環境指標のレビュー（OECD, UNCSD, UK, EC）

8.4 第4回WG

日 時：平成16年10月4日（木）16:00～18:30

場 所：東京大学生産技術研究所 Cw601号室 ICUSセンター長室

出席者：東京大学生産技術研究所 安岡教授、大岡助教授、須崎講師、遠藤助手
国際航業（株） 技術事業開発部 事業開発センター 瀬戸島氏、船橋氏
清水建設（株） 技術研究所 先端技術開発センター 岡田氏
東京電力（株） 建設部 中井、高田、中嶋

議 題：（1）都市環境評価指標の評価項目について
（2）アジアでの対象都市について
（3）研究成果の発表先について（学会等）

8.5 第5回WG

日 時：平成16年11月9日（木）16:00～18:00

場 所：東京大学生産技術研究所プレハブ棟 第5会議室

出席者：東京大学生産技術研究所 大岡助教授、遠藤助手
国際航業（株） 技術事業開発部 事業開発センター 瀬戸島氏、船橋氏
清水建設（株） 技術研究所 先端技術開発センター 岡田氏
東京電力（株） 建設部 中井

議 題：都市環境総合評価の開発について
（1） 評価対象区域に関する検討
①都市の分類方法
（2） 評価項目と評価指標に関する検討
①環境評価指標（Quality）
②環境負荷指標（Load）
（3） その他
次回までに評価指標について、追加する項目があれば追加するとともに、「評価手法の評価点（案）」を担当箇所毎に作成する。

8.6 第6回WG

日 時：平成17年1月12日（水）16:00～18:00

場 所：東京大学生産技術研究所 Cw601号室 ICUSセンター長室

出席者：東京大学生産技術研究所 安岡教授、大岡助教授、須崎講師、遠藤助手
国際航業（株） 技術事業開発部 事業開発センター 瀬戸島氏、船橋氏
東京電力（株） 建設部 中井

議 題：都市環境総合評価の開発について

8.7 第7回WG

日 時：平成17年2月3日（木）17:00～19:00

場 所：東京大学生産技術研究所 Cw601 号室 ICUS センター長室

出席者：東京大学生産技術研究所 安岡教授、大岡助教授、遠藤助手

東京都環境局都市地球環境部環境配慮事業課 岡田次席、計画調整課 西田氏

国際航業（株）技術事業開発部 事業開発センター 瀬戸島氏、船橋氏

東京電力（株）建設部 中井

議 題：（1）東京都における環境関連に関するヒアリングの実施

（2）都市環境総合評価の開発について

8.8 第8回WG

日 時：平成17年2月24日（木）16:00～18:00

場 所：東京大学生産技術研究所 Cw601 号室 ICUS センター長室

出席者：東京大学生産技術研究所 安岡教授、大岡助教授、遠藤助手

国際航業（株）技術事業開発部 事業開発センター 瀬戸島氏、船橋氏

東京電力（株）建設部 中井

議 題：（1）都市環境総合評価の開発について

（2）今年度 ICUS 報告書の内容と役割分担、作成期限等について

以 上

東京大学 生産技術研究所
都市基盤安全工学国際研究センター
〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1
<http://icus.iis.u-tokyo.ac.jp/>
E-mail: icus@iis.u-tokyo.ac.jp

Tel: (+81-3)5452-6472

Fax: (+81-3)5452-6476