

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 5日現在

機関番号：13701

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2011

課題番号：21360243

研究課題名（和文） 社会的費用を考慮した社会資本アセットマネジメントに基づく
地域リスクガバナンス研究課題名（英文） Regional risk governance based on infrastructure asset management
with social cost

研究代表者

高木 朗義 (TAKAGI AKIYOSHI)

岐阜大学・工学部・教授

研究者番号：30322134

研究成果の概要（和文）：高齢化する膨大な社会基盤施設に対して、維持管理費や技術者の減少・不足が課題となっている。道路舗装、橋梁、危険斜面など複数の社会基盤施設を対象とし、それらを同等に取り扱うことで、道路ネットワーク全体の安全性を確保する総合的社会資本アセットマネジメントの手法を開発した。また、地域協働で道路施設管理を担うための仕組みづくりと人づくりに着目し、CAPDサイクルを廻すための地域リスクガバナンスシステムを開発した。

研究成果の概要（英文）：The reduction and shortage of maintenance budget and engineers have been a subject to the huge aging infrastructure. This study attempts to develop an integrated infrastructure asset management technique for securing the safety of whole road network by simultaneously dealing with various infrastructure facilities, such as pavements, bridges and dangerous slopes. The regional risk governance system which can turn CAPD (Check→Action→Plan→ Do) cycle is developed to manage the road facilities maintenance by regional society collaboration focused on social mechanism and human resources.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2010年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2011年度	2,100,000	630,000	2,730,000
年度			
年度			
総計	6,900,000	2,070,000	8,970,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学 土木計画学・交通工学

キーワード：アセットマネジメント、ライフサイクルコスト、災害リスク、PDCAサイクル、リスクガバナンス、維持管理、地域協働、中間支援組織

1. 研究開始当初の背景

わが国の社会資本整備では、膨大な既存施設の効率的な活用・延命化が重要な課題となっており、建設から維持管理に方向転換するとともに、社会資本を資産と捉えて管理するアセットマネジメントが導入され始めている。現状では、個別的社会資本に対する点検→診断→補修というサイクルの構築や点検

マニュアルの整備、診断・補修の技術開発、データベースの作成などが展開されている。

アセットマネジメントに関する研究・開発は、第一世代を終えようとしている。第一世代とは、社会基盤施設の維持管理に関する各要素技術の開発段階であった。土木構造物の診断、補修、評価、予測など様々な要素技術については、課題が残されているものの、近

年の集中的な研究・開発で一通りの技術はある程度揃ったと言えるであろう。そこで、次の第二世代には何をやる必要があるか。それはアセットマネジメントを実践するための仕組みづくりと人づくり（人材育成）であろう。特に、財政状況が厳しい中で社会基盤施設を健全な状態に保っていくためには、様々な工夫が必要であり、もはやそれを行政単独で実施できる状態にない。また、維持管理に関する技術者不足も課題となっており、岐阜大学と長崎大学では、平成 20 年度よりそれぞれ「社会基盤メンテナンスエキスパート」、「道守」という社会基盤の維持管理技術者養成を本格的に開始させている。

2. 研究の目的

高齢化した膨大な社会基盤施設に対して、様々な社会基盤施設に対する社会的費用を評価可能な多面的評価手法を開発し、それに基づき、かつ社会基盤メンテナンスエキスパートなどの専門技術者を活かした社会資本アセットマネジメントを実践するための運用方法と組織体制を検討し、都市部だけでなく地方部にも適用できる安全で安心して暮らせるための「地域リスクガバナンス」のシステムを構築する。

具体的には、道路舗装、橋梁、斜面などすべての道路関連施設を対象にして、これらを道路ネットワーク上で一体的に捉え、かつ構造物の劣化、降雨、降雪、地震を起因とする災害リスクを含めた多面的評価手法に基づいた道路網アセットマネジメント手法を開発する。また、道路網アセットマネジメントシステムの運用方法や組織体制を開発する。さらに、以上の2つを合わせ、人々が安全で安心して生活するための地域リスクガバナンスシステムを開発する。本研究の目的は、以下の3点を明らかにすることである。

- ①道路関連施設を効率的に維持管理・改築更新していくために、それらを道路ネットワーク上で一体的に捉え、利便性・安全性・快適性という多面的評価に基づく道路網アセットマネジメント手法。
- ②社会資本アセットマネジメントを実践するための技術者を有効活用する手法、およびそれを踏まえて地域協働型の CAPD サイクルシステム。
- ③構造物の劣化、降雨、降雪、地震を起因とする災害リスクに対して、安全で安心して暮らせるための地域リスクガバナンス手法。

3. 研究の方法

- (1)複数工種道路施設の一元管理を目指した多面的リスク評価に基づく道路網アセットマネジメント手法の開発
わが国では、厳しい道路予算と道路施設の

高齢化を背景として、各自治体が道路施設における予防保全型の維持管理計画を策定している。しかし、これらは道路施設の工種別に事業計画を策定するものである。利用者の視点からみれば1施設に着目する点の管理では不十分であり、道路ネットワーク全体の安全性を確保する管理手法が必要である。本研究では、舗装、橋梁、危険斜面を対象とし、それらを同等に取り扱うことで、より効率的にネットワークの安全性を確保する総合維持管理手法を開発する。具体的には、道路施設の維持管理にリスク評価の手法を用いることで、複数工種における対策必要性を一元的に定量評価し、道路ネットワーク全体のリスクを効率的に減少させる道路施設あるいは区間を抽出する方法を示す。そして、岐阜県内の4路線においてリスク評価に基づく対策箇所選定を試算し、本研究で開発した対策箇所選定手法がネットワーク全体のリスクを効率的に低減できることを確認する。

(2)技術者育成と地域協働型 CAPD サイクルシステムによる地域リスクガバナンス手法の開発

社会資本を資産と捉えて管理するアセットマネジメントが導入されつつある中で、安全で安心な地域を維持していくためには、従来、自治体が担っている公共の領域を見直し、様々な担い手を活用した道路施設管理体制が必要といえる。そこで本研究では、多様な主体が協働で道路施設管理を担うための仕組みづくりと人づくりに着目し、地域協働型道路施設管理のあり方を検討する。

まず仕組みづくりに着目し、地域協働型道路施設管理に関する先進事例を分析する。ヒアリングおよび文献調査を通じて管理主体とその役割を明確にするとともに、管理主体の相互関係についても明確にする。また、先進事例が解決している課題を整理することで、従来の道路施設管理が抱えている課題を明らかにし、地域協働型道路施設管理の仕組みづくりの方向性を示す。

次に、仕組みづくりから見える人づくり（人材育成）の課題を整理した後、仕組みづくりに寄与する人づくりについて、先進事例を分析する。仕組みづくりと同様に、ヒアリングおよび文献調査を通じて、地域協働型道路施設管理の人づくりの方向性を明らかにする。最後に、それまでの考察を踏まえ、地域協働型道路施設管理のあり方について明らかにする。

4. 研究成果

(1)概要

- ①社会的費用を考慮した社会資本アセットマネジメント手法の開発
道路舗装、橋梁、危険斜面を対象として、それらを同等に取り扱うことで、より効率的

に道路ネットワークの安全性を確保する総合維持管理手法を開発した。リスク評価に基づいて複数工種における対策必要性を一元的に定量評価し、道路ネットワーク全体のリスクを効率的に減少させる道路施設あるいは区間を抽出する方法を開発した。

②地域協働型インフラ管理における CAPD サイクルシステムの開発

膨大な施設数、技術者不足、厳しい財政などインフラ管理に関する課題が多い地方都市を対象として、産官学民連携による地域協働型インフラ管理を提案し、主体間の関係および各主体の果たすべき役割を整理することで、実践可能な CAPD サイクルシステムを開発した。

③災害・事故リスクに対し安全な暮らしのための地域リスクガバナンス手法の開発

地域リスクガバナンス手法として、多様な主体が協働で道路施設管理を担うための仕組みづくりと人づくりに着目し、地域協働型道路施設管理手法を開発した。具体的には、仕組みづくりの方向性として「自治体間の連携」、「民間活力の活用」および「住民参加」を示した。また、人づくりの方向性として「専門家の育成」、「住民の主体的な活動の創出」を示し、人づくりを仕組みづくりに結びつけるために「中間支援組織の活用」が重要であることを示した。史的な調査・分析を通して、わが国では、それが成立する可能性が高いことを示した。さらに、主体間の関係および各主体の果たすべき役割を整理することで、地域協働型道路施設管理のあり方を示した。

(2) 複数工種道路施設の一元管理を目指した多面的リスク評価に基づく道路網アセットマネジメント手法の開発

複数工種の道路施設について、道路の利用者と管理者の視点からみたリスクを算定することにより、道路ネットワークに内在する区間リスクを定量的に評価し、合理的に低減させる総合的維持管理手法を開発した。

道路施設におけるリスクとは、供用中の道路施設が機能不全を起こすことにより発生する社会的損失の大きさ（以下、社会的影響度という）に、機能不全となった状態において社会的損失が発生する確率（以下、発生確率）を乗じたものと定義し、(1)式で定式化できる。また、発生確率は、道路施設が機能不全を起こす確率（以下、破損確率）に機能不全が起こった場合に社会的損失が発生する条件付き確率（以下、影響確率）を乗じたものであり、(2)式で定式化できる。

$$R_i = \sum D_{ij} \times P_{ij} \quad (1)$$

$$P_{ij} = pb_i \times ps_j \quad (2)$$

ここで、 R_i : 道路施設 i のリスク、 D_{ij} : 道路施設 i の社会的損失 j に関する社会的影響

度、 P_{ij} : 道路施設 i の社会的損失 j に関する発生確率、 pb_i : 道路施設 i の破損確率、 ps_j : 社会的損失 j の影響確率。

また、岐阜県内の4路線においてリスク評価に基づく対策箇所選定を試算し、算出手法の妥当性を確認した。

以下に本研究で得られた知見を整理する。

- 道路管理者、道路利用者、両者におけるリスクを8種類定義（表1）し、それぞれの算出法を示した。
- 4路線のリスク評価試算ではどの工種においてもリスク値が偏ることがなく、舗装、橋梁、危険斜面のそれぞれが対策の対象となることを示した（図1）。
- 対策箇所選定の試算では、ネットワークの弱点となる区間、すなわち区間リスクが大きい区間から、工種に関わらずリスクが軽減するように対策箇所が選定された（図1）。
- これらにより、リスク評価に基づく対策箇所選定手法がネットワーク全体のリスクを合理的に低減できることを確認した。

表1 道路施設毎のリスクと社会的損失

道路施設	リスクの対象とする問題	社会的影響度の分類
舗装	ポットホールの発生	①道路事故
		②救命救急アクセス経路
橋梁	各部位の損傷	③観光・産業
		④孤立集落
		⑤通行規制区間
危険斜面	落石の発生	⑥苦情
		⑦事後対策工事
		⑧事後対策工事による渋滞・迂回

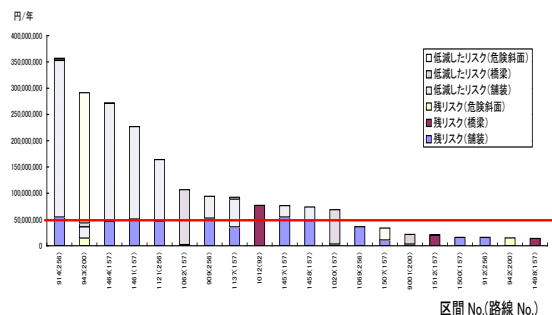


図1 道路区間毎のリスク低減状況

(3) 技術者活用と地域協働型 CAPD サイクルシステムによる地域リスクガバナンス手法の開発

地域協働型道路施設管理の仕組みづくりおよび仕組みを運用するための人づくりについて、課題とその方向性を示した。

仕組みづくりに関する先進事例がどのよ

うな主体を対象としているか、主体間でどのような関係が築かれるかを図化した(図2)。主体間の関係性を矢印で示し、事例の特徴を補足的として加えた。また、それぞれの関係性を矢印にて示した。なお、主体においては、簡略化のため自治体から県と市町村を取り出し、民間企業から設計業者と施工業者を取り出した。

先進事例の分析結果から明らかとなった道路施設管理の課題を示す。先進的な事例が解決しようとしている道路維持管の課題を総括すると、図3のように表すことができる。主要な課題は、以下の4点に整理できた。

- (a) 管理主体の混在
- (b) 点検-補修の分離
- (c) 自治体主導での管理の限界
- (d) 自主的な住民活動の不足

先進事例分析を通して見えてきた課題を解決するための仕組みづくりの方向性として、以下の3つの視点が浮かび上がった。

- (a) 自治体間の連携
- (b) 民間活力の活用
- (c) 住民参加

次に、人づくり(人材育成)の先進事例として、以下の4事例について調査・分析した。

- (a) 社会基盤メンテナンスエキスパート(ME) [岐阜大学]
- (b) メンテナンスサポーター(MS) [岐阜県]
- (c) 道守 [長崎大学]
- (d) 橋守 [NPO法人橋守支援センター]

先進事例分析を踏まえ、人づくりの方向性として、以下の3項目が重要であることを明らかとした。

- (a) 専門家の育成
- (b) 住民の主体的な活動の創出
- (c) 中間支援組織の活用

仕組みづくりと人づくりに関するそれぞれの取り組みを俯瞰し、主体間の関係と役割を明確にすることで地域協働型道路施設管理のあり方を提案した(図4)。自治体や民間企業および地域住民といった主体が関係を構築し、中間支援組織がそれぞれの役割を補完する役割を担うことで維持管理サイクルが自立する体制となる。自治体や民間企業および地域住民が連携する管理体制では、中間支援組織が有用となる。中間支援組織と各主体の関係においては、中間支援組織が人材育成を担い、それぞれの役割を補う人材を派遣し、活動が円滑に進むように支援する必要がある。

以上より得られた研究成果を整理すると、次のようになる。

- ・先進事例の運用実態を明らかにすることで、従来型の道路施設管理が抱える課題を抽出し、仕組みづくりの方向性として、「自治体間の連携」、「民間活力の活用」および

「住民参加」を示した。

- ・仕組みづくりから見える人づくりの課題を抽出し、その方向性として「専門家の育成」、「住民の主体的な活動の創出」を示した。
- ・人づくりを仕組みづくりに結びつけるために「中間支援組織の活用」が重要であることを示した。
- ・主体間の関係および各主体の果たすべき役割を整理することで、地域協働型道路施設管理のあり方を提案した。

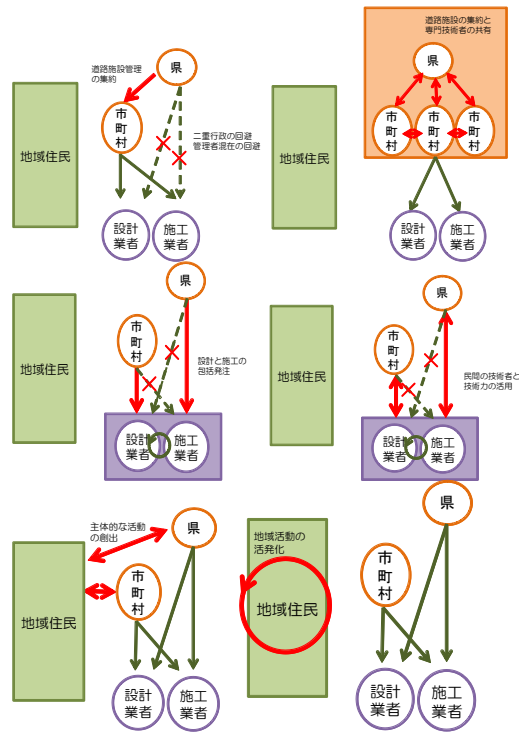


図2 道路管理体制および主体間の関係 (左上: 権限移譲, 右上: 広域連合, 左中: 包括発注, 右中: 性能規定型発注, 左下: アダプト制度, 右下: 道普請)

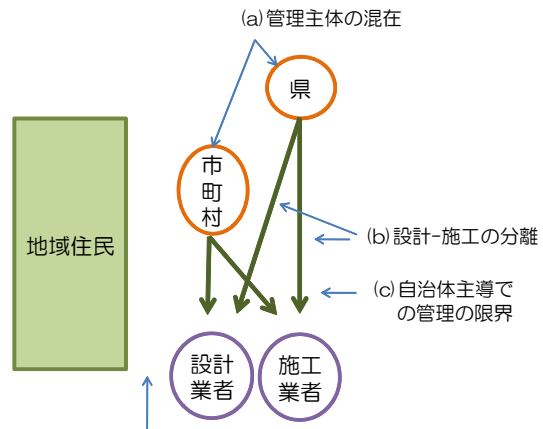


図3 先進事例分析から抽出した道路施設管理が抱える課題

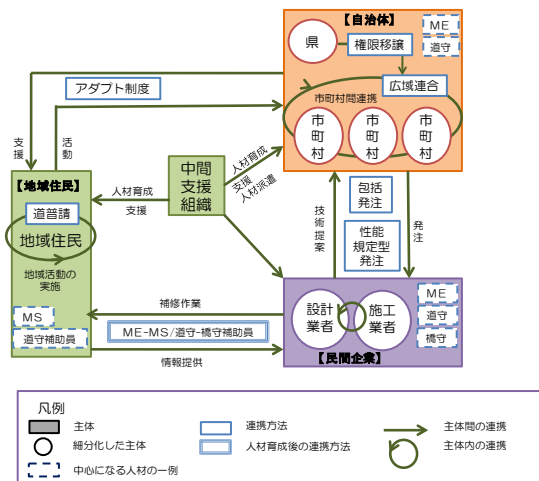


図4 地域協働型道路施設管理のあり方

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

【雑誌論文】(計10件)

- ① 高木朗義, 本城勇介, 倉内文孝, 浅野憲雄, 原隆史, 沢田和秀, 森口周二, 北浦康嗣, 八嶋厚, 岐阜県飛騨圏域を対象とした道路斜面のリスクマネジメント～落石災害を対象として～, 土木学会論文集F, 査読有, 2012(登載決定).
- ② 杉浦聡志, 金森吉信, 高木朗義, 倉内文孝, 森本博昭, リスク評価に基づいた道路施設の総合維持管理手法の開発, 土木学会論文集F4(建設マネジメント), 査読有, Vol. 67(4)特集号, 2011, I_103-I_112.
- ③ 大野沙知子, 高木朗義, 倉内文孝, 出村嘉史, 地域協働型道路施設管理を目指した仕組みづくりと人づくりのあり方に関する研究, 土木学会論文集F4(建設マネジメント), 査読有, Vol. 67(4)特集号, 2011, I_145-I_158.
- ④ 高木朗義, 社会基盤のメンテナンスと人材育成(特集 健全性診断と長寿命化), 基礎工, 査読無, Vol. 39(5), 2011, 6-9.
- ⑤ 高木朗義, 維持管理の「担い手」の育成について(特集 道路橋の維持管理:今後の展望), 道路, 査読無, Vol. 846, 2011, 33-36.
- ⑥ K. Sawada, S. Murakami, F. Kurauchi, K. Nohara, Challenges in More Efficient and Effective Asset Management and Governance for Infrastructure: Maintenance Expert Training Program at Gifu, 社会マネジメントシステム学会論文集, 査読有, 10, 2010, SMS10-135.
- ⑦ 高木朗義, 道路整備に対する防災の視点からの一考察, 交通工学, 査読無, Vol. 45, 2010, 4-7.
- ⑧ 鈴木俊之, 杉浦聡志, 高木朗義, 倉内文

孝, ユーザーコストが道路舗装の維持管理計画に与える影響に関する研究, 土木学会舗装工学論文集, 査読有, Vol. 14, 2009, 239-247.

- ⑨ 鈴木俊之, 杉浦聡志, 高木朗義, 倉内文孝, 安全性・快適性を考慮したLCCに基づく道路舗装アセットマネジメントに関する実証的研究, 建設マネジメント研究論文集, 査読有, Vol. 16, 2009, 205-214.
- ⑩ Kurauchi, F. 他3名, Network Evaluation Based on Connectivity Vulnerability, Transportation and Traffic Theory 2009: Golden Jubilee, 査読有, 2009, 637-649.

【学会発表】(計45件)

- ① S. Ohno, A. Takagi, F. Kurauchi, Y. Demura, A study on the Cooperative Road Facilities Management from the point of resident partnership - Case of Nakatsugawa City -, The Ninth Workshop on Social Capital and Development Trends in the Swedish and Japanese Countryside with special subtheme, 2012. 5. 24-25, Österlen, Sweden.
- ② H. Ishida, Y. Demura, A. Takagi, F. Kurauchi, Personal Network as the Foundation for the Sustainable Neighborhood Regeneration Two Types of Communities in Iwamura, The Ninth Workshop on Social Capital and Development Trends in the Swedish and Japanese Countryside with special subtheme, 2012. 5. 24-25, Österlen, Sweden.
- ③ S. Ohno, A. Takagi, F. Kurauchi, Y. Demura, A Study on Governance for Cooperative Road Facilities Management, The 8th International Symposium on Social Management Systems(SSMS2012), 2012. 5. 2-4, Kaohsiung, Taiwan.
- ④ S. Moriguchi, Y. Otake, M. Iwata, A. Takagi, F. Kurauchi, Y. Honjo, Risk Management of Infrastructures on Road Network in Hida Area, The 8th International Symposium on Social Management Systems(SSMS2012), 2012. 5. 2-4, Kaohsiung, Taiwan.
- ⑤ 大野沙知子, 高木朗義, 倉内文孝, 出村嘉史, 地域協働型道路施設管理の仕組みづくりの方向性と課題, 平成23年度土木学会中部支部研究発表会, 2012. 3. 8, 信州大学.
- ⑥ 大野沙知子, 高木朗義, 倉内文孝, 出村嘉史, 地域協働型道路施設管理のあり方に関する研究, 第44回土木計画学研究発表会, 2011. 11. 25-27, 岐阜大学.
- ⑦ 岩田麻衣子, 高木朗義, 倉内文孝, 本城勇介, 岐阜県内を対象とした社会基盤施設のリスクマネジメント その1:研究概要と経済損失評価, 第44回土木計画学研

- 究発表会, 2011. 11. 25-27, 岐阜大学.
- ⑧ 森口周二, 本城勇介, 沢田和秀, 原隆史, 浅野憲雄, 高木朗義, 岐阜県内を対象とした社会基盤施設のリスクマネジメント その2: 道路斜面落石のリスクマネジメント, 第44回土木計画学研究発表会, 2011. 11. 25-27, 岐阜大学.
- ⑨ 大竹雄, 流石堯, 森本博昭, 村上茂之, 小林孝一, 本城勇介, 高木朗義, 岐阜県内を対象とした社会基盤施設のリスクマネジメント その3: 橋梁のリスクマネジメント, 第44回土木計画学研究発表会, 2011. 11. 25-27, 岐阜大学.
- ⑩ Akiyoshi Takagi, Practice and Simulation of Awareness and Preparedness for Natural Disaster by Risk Communications in Gifu, CaSiFiCa, The 5th International Conference on Crisis and Emergency Management 2011, 2011. 9. 24, 京都大学防災研究所.
- ⑪ 石田大貴, 出村嘉史, 高木朗義, 倉内文孝, 持続的なまちづくりを支える人々のネットワークー岐阜岩村を事例としてー, 第43回土木計画学研究発表会, 2011. 5. 28-29, 筑波大学.
- ⑫ 大野沙知子, 高木朗義, 倉内文孝, 出村嘉史, 北浦康嗣, 地域協働型インフラ管理のあり方に関する事例分析, 平成22年度土木学会中部支部研究発表会, 2011. 3. 4, 中部大学.
- ⑬ 原田剛志, 倉内文孝, アクセシビリティと非重複経路本数に基づく岐阜県道路ネットワークの接続脆弱性評価, 平成22年度土木学会中部支部研究発表会, 2011. 3. 4, 中部大学.
- ⑭ Kitaura, K., Takagi, A., Kurauchi, F., Koita, H., Comprehensive risk management of infrastructure in Gifu prefecture - Economic loss evaluation of rock fall probability in the slopes-, 第29回日本自然災害学会学術講演会, 2010. 9. 16-17, 岐阜大学.
- ⑮ S. Moriguchi, Y. Honjo, A. Takagi, A. Yashima, Comprehensive risk management of infrastructure -Risk assessment of rock fall in the slopes-, 第29回日本自然災害学会学術講演会, 2010. 9. 16-17, 岐阜大学.
- ⑯ 北浦康嗣, 高木朗義, 倉内文孝, 小坂宏彰, 社会基盤の総合的リスクマネジメント (その3): 飛騨圏域を対象とした落石による経済損失評価, 第65回土木学会年次講演会, 2010. 9. 1-3, 北海道大学.
- ⑰ 森口周二, 本城勇介, 高木朗義, 八嶋厚, 社会基盤の総合的リスクマネジメント (その4): 飛騨圏域を対象とした落石のリスク評価, 第65回土木学会年次講演会, 2010. 9. 1-3, 北海道大学.
- ⑱ 小坂宏彰, 高木朗義, 倉内文孝, 北浦康嗣, 道路途絶による社会経済損失を考慮

した斜面災害リスクの評価モデル, 第41回土木計画学研究発表会, 2010. 6. 5-6, 名古屋工業大学.

- ⑲ 北浦康嗣, 八嶋厚, 本城勇介, 高木朗義, 倉内文孝, リスク評価に基づくアセットマネジメントによる社会基盤の戦略的整備意思決定に関する研究, 第41回土木計画学研究発表会, 2010. 6. 5-6, 名古屋工業大学.
- ⑳ 福島彩, 倉内文孝, 高木朗義, ユーザーコストを考慮した道路舗装・橋梁統合型アセットマネジメント手法の開発, 平成21年度土木学会中部支部研究発表会, 2010. 3. 1, 金沢工業大学.
- ㉑ A. TAKAGI, F. KURAUCHI, Y. YAMAZAKI, A Comparative Analysis of Community Disaster Mitigation Power with Social Capital, The 9th IIASA-DPRI Conference on Integrated Disaster Risk Management, 2009. 10. 15, Kyoto university.

〔図書〕 (計1件)

- ① 高木朗義, 交通安全対策の便益帰着構表, 交通安全の経済分析, 鈴木崇児・秋山孝正編著, 勁草書房, 2009.

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

○取得状況 (計0件)

〔その他〕

ホームページ等

岐阜大学社会資本アセットマネジメント技術研究センター

<http://www1.gifu-u.ac.jp/~ciam/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高木 朗義 (TAKAGI AKIYOSHI)

岐阜大学・工学部・教授

研究者番号: 30322134

(2) 研究分担者

倉内 文孝 (KURAUCHI FUMITAKA)

岐阜大学・工学部・教授

研究者番号: 10263104

出村 嘉史 (DEMURA YOSHIFUMI)

岐阜大学・工学部・准教授

研究者番号: 90378810

(H22~H23)

北浦 康嗣 (KITAURA KOJI)

帝塚山大学・経済学部・講師

(H22→H23 連携研究者)

(3) 連携研究者