

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25年 5月17日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22656132

研究課題名（和文）RC造学校建築のリニューアルマネジメントシステム開発研究

研究課題名（英文）Development of the renewal management system in RC school buildings

研究代表者

竹下 輝和（TAKESHITA TERUKAZU）

九州大学・人間環境学研究院・都市・建築学部門

研究者番号：30112303

研究成果の概要（和文）：

高度経済成長期に大量供給されたわが国のRC造学校建築は一斉に更新時期を迎えようとしており、中・長期的視点に基づく適切な管理・運営のためのシステムづくりが求められている。本研究では、データベースによる学校の個別情報管理とシミュレーションによる更新事業全体の適切な検討を行い、それらをリニューアルマネジメントシステムとして統合することで計画的・効率的な施設管理・運営手法の確立を目指した。

研究成果の概要（英文）：

Reinforced concrete school buildings that were constructed in large quantities to aid rapid economic growth are to be reconstructed over the next few years. A management system proposal based on medium- and long-term viewpoints is needed to solve these problems. In this study, we developed a management system for a more strategic and more effective renewal project; which involves the use of a database to control information on individual school buildings. We simulated the integration of the entire renewal project to find ways of improving it.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	0	1,100,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2012年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,100,000	600,000	3,700,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・都市計画・建築計画

キーワード：RC造、リニューアル、マネジメントシステム、耐震化、老朽化

1. 研究開始当初の背景

戦後、わが国の学校建築は防災・不燃化を目的にRC化され、高度経済成長期には増加する児童・生徒数に対応するために急激な整備がなされた。一時期に集中して建設されたRC造学校建築は今後一斉に更新時期を迎えようとしており、既存の学校建築に対する計画的・効率的な更新手法の確立が求められているが、既存の学校建築の施設整備は今日で

は耐震改修に特化されており、その管理・運営手法の確立を意図した研究は充分には行われていない。

一般に建築物の更新は棟を単位として行われ、その建設時期に応じた適切な耐用期間の設定により行われるとされるが、既存の学校建築の多くが、建設後も児童・生徒数の変化に応じた校舎の増改築が繰り返され、屋内運動場などの付属施設は校舎と異なる体制

で整備が進められてきたために、敷地内に異なる建設時期の建物が混在しており更新時期の設定が複雑かつ困難になっている。これら既存の学校建築の整備状況に対し、多くの自治体では更新を意図した基礎的な情報管理すら十分には行われておらず、その運営は問題が顕在化した後に行なわれる場当たりの対応によるものが多く、これらが無秩序な増改築や短期間での建替え等を招いていると言える。

2. 研究の目的

従前のように更新対象の学校が年間数校であれば、問題が顕在化した後の個別対応も可能であろう。しかしながら、集中する大量の学校建築の更新には場当たりの対応では限界がある。それには更新を意図した施設整備情報の統合と、中・長期的な見通しによる計画的・効率的な事業計画の策定を可能とする計画技術の構築が求められる。そこで本研究は人口 1,450,838 人、市内に 216 校(H21 年度時点)の公立小・中学校を有する F 市を対象として、既存の学校建築の計画的・効率的な更新を可能とするための情報整備として市内の全公立学校の (1) 施設整備データベースのモデル化と、更新事業全体のシミュレーションによる中・長期的視点からの年度別事業計画立案を可能とする (2) マネジメントシミュレータの試作、さらにこれらを統合することで、各学校の整備実態に関する個別情報と更新事業の運営全体情報との補完関係の確立による (3) リニューアルマネジメントシステムのスタディを行うことを目的としている。

3. 研究の方法

本研究では以下の 3 つの段階に沿って研究方法の設定を行った。(1) 施設整備データベースのモデル化の段階は、更新計画に必要な情報の整理と統合を行った。次に、(2) マネジメントシミュレータの試作の段階では、更新計画全体の事業規模平準化のシミュレーションを行った。さらに (3) リニューアルマネジメントシステムのスタディの段階では、各学校の個別情報と更新事業としての全体情報との補完関係の確立による施設整備データベースとマネジメントシミュレータの統合を行うとともにシステム運用の体制づくりを行った。

4. 研究成果

(1) データベースによる施設情報管理

従前の学校建築の施設運営では更新を重視した情報の整備が十分に行われてこなかった。そのため増改築や大規模改造、耐震改修、諸室の利用状況などに関する情報はそれぞれ個別に管理され、総合的な判断による更新計画の策定を困難なものにしている。そしてこのことが部分的な老朽化や児童・生徒数の増減による無秩序な校舎の増改築、校舎と

は独立して進められる屋内運動場、中学校の柔剣道場、技術棟の整備による更新計画の複雑化の要因となっている。

以上より、更新計画に必要な情報の整理と統合を行うことで各学校の実態に応じた総合的な判断と、それに基づく適切な更新計画の策定を可能とする施設整備データベースのモデル化による学校の個別情報管理を行った。その結果、以下のような課題が明らかとなった。

1) 既存学校施設の現状

① 学校規模

F 市の小、中学校の一枚あたりの平均学級数及び児童・生徒数は小学校：18.1 学級、520.0 人、中学校：15.7 学級、513.8 人であり、概ね一枚あたりの標準的な学校規模とされる 12~24 学級を中心に分布している。これらのうち、小学校で 30 学級、中学校で 24 学級を超える過大校は、今後の児童・生徒数の動向によっては建替計画の前に部分的な増築などを必要とするものも発生することが考えられる。また、分校や離島を除く小規模校の大部分は都心部に集中するいわゆる市の伝統校であるが、都心の空洞化による児童・生徒数の減少や学校校舎自体の老朽化、統廃合の検討などの課題を抱えている。

② 更新時期の集中

F 市の小、中学校は 1970 年代の高度経済成長期に集中して建設されたもので、S52 年には小、中学校あわせて 18 校が建設され、年間学校建設数のピークに達している。これを小、中学校別に見ると、小学校では S47、54 年 (共に年間 12 校が建設)、中学校では S52、57 年 (順に年間 8、7 校が建設) に、それぞれ 2 度のピークが見られる。これは S50~60 年の 10 年間で、実に市内の全小、中学校の 54.9% である 117 校 (全小学校の 53.8% の 78 校、全中学校の 57.4% の 39 校) が建設されたということになる。これらの RC 造学校建築は、今後 15 年から 35 年の間にそのほとんどが一斉に改築の時期を迎えることになり、事業を円滑に進めるためには一部で、事業の前倒しや施設の維持保全による延命化を図るなどの対策を行い、建替事業の適正な運用による投資の平準化を計る必要がある (図 1)。

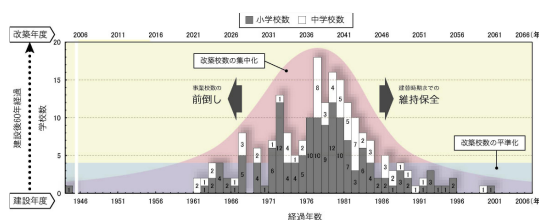


図 1. F 市内の RC 造学校建築の建設・改築年度

③建設年次・耐震基準の混在

建替事業の平準化のためには、まずF市の学校施設の実態の把握が必要である。他の公共施設とは異なり学校施設の建替を複雑化している最も大きな要因は、それらが大規模な建築物であり、増設型で整備されているために異なる耐震基準で建設された校舎が混在していることである。小、中学校別に耐震基準の混在の状態を見ると、まずi)旧旧耐震の校舎を含むものでは、校舎がすべて旧旧耐震のみで構成される①が小学校：7校(4.8%)、中学校：3校(4.4%)と少ない。一方で旧旧耐震と旧耐震、新耐震が混在する②は小学校32校(22.1%)、中学校13校(19.1%)、旧旧耐震と旧耐震が混在する③は小学校24校(16.6%)、中学校12校(17.6%)など、異なる耐震基準が混在しているものが共に大きな値を示している。次にii)旧耐震の校舎を含むものでは、校舎がすべて旧耐震のみで構成される⑤が小学校：28校(19.3%)、中学校5校(7.4%)と大きな開きがあるものの、旧耐震と新耐震が混在する⑥では小学校：22校(15.2%)、中学校19校(27.9%)と大きな値を示している(図2)。

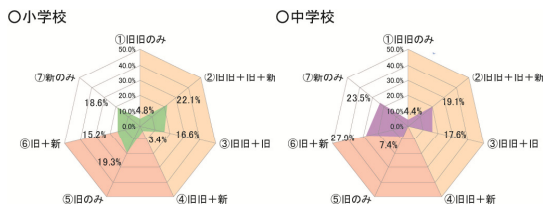


図2. 混在タイプ別の学校数

2) 建替計画に関わる整備手法の検討

建替計画では、校舎建設年次の分散や校舎と体育館との関係に加え、校地面積の大小や形状、児童・生徒数の変化などの要素も考慮する必要がある。本研究では、以下の4つを基本方針として建替計画を考えた。

①校舎の建設年次に基づく分類

校舎の建設年次の差が概ね10年以内の場合は一期、建設年次の差が10年以上の場合は分散度合により二期ないし三期で建替を行うものとする。

②校舎と体育館の建設年次差に基づく分類

校舎と体育館の建設年次の差が10年以内の場合は、建替調整期間内で建替年次を調整して一体的に建替を行う。校舎と体育館の建設年次の差が10年以上の場合、体育館は建設年次の最も近い校舎もしくは配置上近接した校舎と同時に建替を行う。その場合、校舎と体育館の配置上の可能性に配慮しながら進める。

③校地面積の大小・形状に応じた建替

F市の学校施設は、立地条件や用地取得時の様々な経緯から校地面積の大小があり、形状も異なっているが、これらの要素は配置

上・工事上の制約となることがあり、建替計画の難易度に影響してくる。例えば、校地面積に余裕がない学校の場合は、工期を複数に分け、既存校舎を活用しながらの建替が必要となることもある。都心部では、校舎の高層化なども視野に入れながら、校地面積の大小に応じた建替を行う必要がある。

④児童・生徒数の増減を考慮した建替

F市では、人口が相対的に集中する都心部地域から、農村的土地利用に近い郊外地域まで様々な地域があり、児童・生徒数の動向も大きく異なっている。また、少子化の進行により総人口と同様、若年人口も減少していくと推測されており、これに伴い児童・生徒数も減少することが予測される。一方で、住宅地の開発などに起因する転入により人口が急増する地区もあり、児童・生徒数の増加に施設規模が対応できない、いわゆる過大規模校もみられる。これらの人口動態に応じた、学級数の増減を考慮した建替計画が求められる。特に、学級数が減少傾向にある学校の場合は余裕教室をまとめて「余剰校舎」を除外し、建替規模の縮小化を図るなどの工夫も行うことができる。

以上のことから、建替整備手法は主に校舎・体育館の建設時期や学校毎の配置上の特性から、以下の3つに分類される。4つの方針から建替整備手法にいたるフローを以下に示す(図3)。

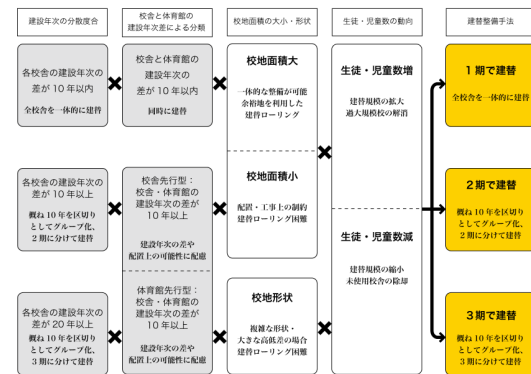


図3. 建替整備手法フロー

(2) シミュレーションによる事業規模適正化

更新計画の策定には、各学校の整備実態に対する個別の情報管理の一方で、事業全体に対する中・長期的な見通しによる計画の立案と遂行が必要不可欠である。今日の自治体の厳しい財政状況から考えても、建設が集中する高度経済成長期に建設された学校施設の更新にはピーク期の事業規模の縮小が求められる。さらに既存の学校施設では、年度別の建設量でも年度間でばらつきが生じているため、円滑な自治体運営を行うために事業規模の年度間格差の緩和も求められる。

以上より、本研究では更新計画全体の事業規模平準化のシミュレーションを行うこと

で更新計画策定の際の建設ピーク期の事業規模縮減と事業規模の年度間格差の緩和による事業規模平準化の方法の提案と検証を行った。その結果、以下のような課題が明らかとなった。

1) 建替サイクルの考え方

建替計画の検討にあたって、鉄筋コンクリート造公立文教施設の処分制限期間に基づき、各校舎・体育館の耐用年限を建設後 60 年経過時点と設定する。そのため、現時点で最初に建替を行った学校が次回の建替を迎える時期までの期間を建替サイクルと定義し、以下の条件をもとにシミュレーションを行った (図 4)。

①2011 年までは耐震対策の重点期間であることから、緊急に必要なもの以外は建替を行わない。

②耐震対策の終了する 2011 年から、既存校舎が建設後 60 年を迎えはじめる 2021 年までの 10 年間は調整期間と位置付け、建替時期のピークに備えた費用の積立や改修工事などの調整に充てる。

③2021 年以降、本格的に建替に取りかかり、2081 年を建替サイクル終了の第一目標とする。ただし、年間目標事業量を超えない範囲の計画とするため、必要に応じて終了年次を調整する。

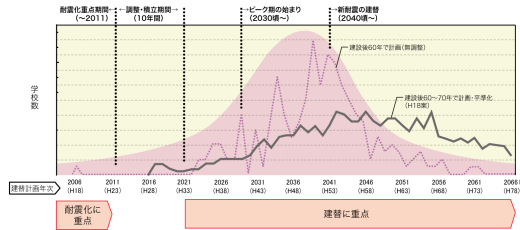


図 4. 建替サイクルのイメージ

2) 耐用年限と建替時期の考え方

既存校舎の耐用年限は 60 年とし、原則として建設後 60 年程度の時期に建替を行うものとする。ただし、年度ごとの事業費が年間目標量を超える場合は、以下の方針に基づいて平準化を行い、調整を図るものとする (図 5)。

①1970 (S45) 以前に建設された部分の割合が高い校舎は、ピーク期の始まる 2030 年頃までに優先して建替を行う。

②1980 (S55) 以前建設部分の割合が高い校舎については、できるだけ耐用年限に近い時期で除却・建替を行う。ただし、建替においては各学校の児童・生徒数動向や校地全体の配置を考慮した計画とする。

③1981 以降建設の校舎については、建替時期が事業量のピーク期にあたるため、耐用年限を迎えるまでに、適切な改修を行うことにより延命化を図る。耐用年限を迎える 2041 年以降、順次建替を行うが、延命化により耐用年限を 80 年まで延長できるものとする。

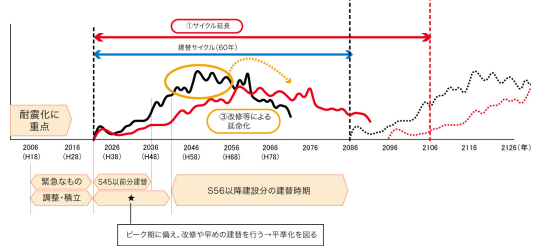


図 5. 耐用年限と建替時期のイメージ

③建替工期の考え方

各学校の建替工期については、建設年次差に着目した 3 つのパターンを適用した工期設定を行うものとする (図 6)。

○各校舎の建設後 60 年を基本とし、その後 10 年間で建替調整期間を設定する。

○建替時期の重なり具合により、3 パターンの建替方針を適用する。

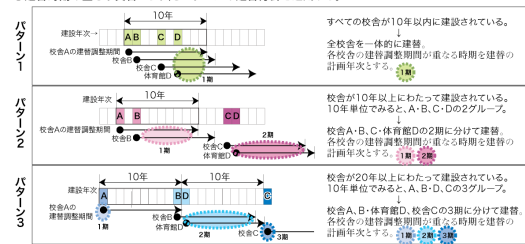


図 6. 建替工期のイメージ

3) 事業規模のシミュレーション

建替サイクルと、目標とする年間事業量の妥当性を検証するため、以下の 3 つの場合について建替事業のシミュレーションを行った。

① 60 年サイクルで建て替える場合

耐用年限 60 年で建て替えるとなると、年間事業費は最大 200 億円、2021~2081 年の 60 年間の平均は約 52 億円となる。それに 10 年間の調整期間内での更新時期調整を行うと、年間最大事業費は 150 億円程度に抑えられる。さらに、比較的事業量の少ない時期に、ピーク期の建替分を前倒して平準化を行うと、年間最大事業費は約 110 億円となる (図 7)。

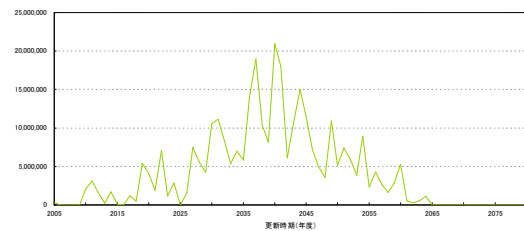


図 7. 60 年サイクルで建替えた場合の事業規模

②70 年サイクル、上限 150 億円の場合

耐用年限を 60 年から 70 年までに延長し、年間総事業費を上限 150 億円とした場合の年間事業量をシミュレーションすると年間事業費は最大 150 億円、2021~2101 年の 70 年間の平均は約 34 億円となる。それに耐用年限延長に伴う改修 (延命化) 費用を加えると、年間平均事業費は約 57 億円、最大事業費は 200 億円程度である。さらに、比較的事業量の少ない時期に、ピーク期の建替分を前

倒しして平準化を行うと、年間建替事業費は最大で約 130 億円となる。これにロングライフ化に伴うコスト増や、内部改修、設備改修などを加味すると、年間の最大事業費は 160 億円程度と見込める（図 8）。

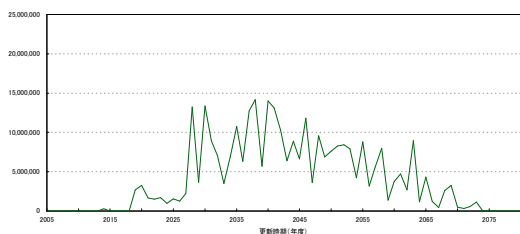


図 8. 70 年サイクルで建替えた場合の事業規模

③80 年サイクル、上限 100 億円の場合

耐用年限を 60 年から 80 年までに延長、年間総事業費を上限 100 億円とした場合の年間事業量をシミュレーションすると、年間事業費は最大 90 億円、2021～2101 年の 80 年間の平均は約 30 億円となる。それに耐用年限延長に伴う改修（延命化）費用を加えると、年間平均事業費は約 54 億円、最大事業費は 120 億円程度である。さらに、比較的事業量の少ない時期に、ピーク期の建替分を前倒しして平準化を行うと、年間建替事業費は最大で約 100 億円となる。これにロングライフ化に伴うコスト増や、内部改修、設備改修などを加味すると、年間の最大事業費は 120 億円程度と見込める（図 9）。

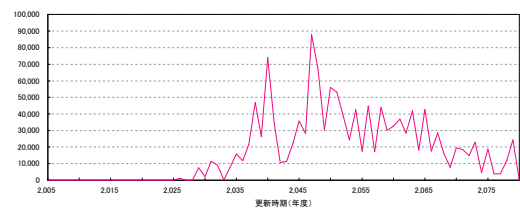


図 9. 80 年サイクルで建替えた場合の事業規模

これらのことから、建替サイクルを延長すればするほど建替の年間事業量は縮小されるが、その分延命化にかかる費用が加わってくるため、総合すると全体事業費はあまり減らないことが分かる。したがって、年間目標事業量の条件を満たし、改修コストが比較的少ない②70 年サイクル、上限 150 億円が妥当な建替事業のフレームと設定できる。ただし、既存建物の延命化に関する技術の進展や、今後の F 市の財政状況の変化により、柔軟に調整を加え、実情にあった計画としていくことが求められる。

(3) マネジメントシステムのスタディ

特に施設整備データベースのモデル化およびマネジメントシミュレータの試作によって得られた個別情報と全体情報との補完を行い、それらを統合することで、中・長期的見通しに基づく学校施設の管理・運営を可能とするシステムのスタディを行った。その結果、以下のような課題が明らかとなった。

1) 学校別建替優先順位の検討

建替優先順位の決定は、これまでの検討結果をもとに以下の手順に沿って行う。

- ①各校舎・体育館の建設年度を整理し、分散度合により 3 パターンに分類する。
- ②校地面積の大小・形状、児童・生徒数の動向等を考慮し、学校ごとの建替整備手法を決定する。
- ③各校舎・体育館の建替調整期間の重なりを考慮し、工期ごとの最適建替時期を決定する。
- ④事業の平準化を図るため、建替順位を入れ替え、事業の前倒しや建替時期までの維持保全を図る。

また、優先順位の判断基準として以下の点を考慮した。

- ①学校校舎と体育館との建設時期の差：学校校舎と体育館の建設時期の差が 10 年以内であれば、必要に応じて建替時期を前倒し、もしくは維持保全をして調整する。
- ②校地面積の大小と建設年次の分散度合による建替容易性の判断：校地面積の大小と建設年次の分散度合に特に留意して、建替の容易性を考慮した工期設定を行い、必要に応じ、校舎の建替を 2～3 期に分割
- ③児童・生徒数の増減と建設時期の混在率の高いもの：児童・生徒数の増減が著しく、建設時期の差が大きいものについては、児童数の減少をみて部分的に除却も検討する。
- ④ 事業規模の平準化：次回の建替期を迎える 2066 年までに建替が完了するよう、目標工期を 5 年単位 12 期グルーピングし、それぞれの年度で事業が平準的に進むよう配慮する。
- ⑤ その他：同一校舎内に大きく建設年次の異なる箇所が混在している場合（建替の障害となる場合）、建替時期よりも計画の可能性を優先した計画づくりを進める。

2) 中・長期計画案

これらの条件を踏まえ、本研究において想定される整備手法の方針およびそれに基づく建替優先順位案を以下に示す。なお、耐震診断により早急に建替が必要と判断される校舎や統廃合、過大規模校など特殊事情のある学校については、中・長期案の優先順位に拘わらず、最優先で建替を行う必要がある。

（図 10）。なお、図では、縦軸に校舎の 80% が耐用年限に達する年次の古いものから順に並べている。

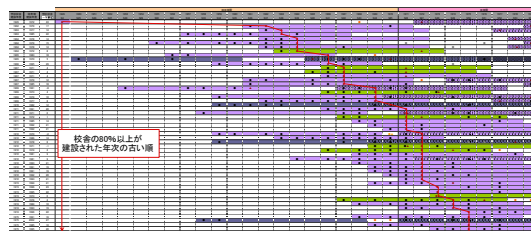


図 10. 建替順位案のイメージ

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)

[学会発表] (計 10 件)

- ① 日高彩菜、西亀和也、志波文彦、竹下輝和、学校別の施設整備にみる施設一体型小中一貫校の特徴 施設整備プロセスからみた小中一貫校の建築計画的課題に関する研究 その 1, (社) 日本建築学会, 2012.09.13.
- ② 西亀和也、日高彩菜、志波文彦、竹下輝和、主要空間別の比較による施設一体型小中一貫校の計画課題 施設整備プロセスからみた小中一貫校の建築計画的課題に関する研究 その 2, (社) 日本建築学会, 2012.09.13.
- ③ 大木啓義、志波文彦、中原浩之、主要構造部別にみた損傷建物の危険性に対する印象評価—既存文教施設を対象として行った耐震補強と加力実験に対する施設利用者の印象評価 その 2—, (社) 日本建築学会, 2011.08.23.
- ④ 志波文彦、大木啓義、中原浩之、耐震補強プレースの配置とデザインに対する印象評価—既存文教施設を対象として行った耐震補強と加力実験に対する施設利用者の印象評価 その 1—, (社) 日本建築学会, 2011.08.23.
- ⑤ 西亀和也、足立真一、鶴口和也、志波文彦、竹下輝和、クラススペース拠点型学習に着目した児童・教師の活動展開 小学校建築における「学級ユニット型」に関する研究 その 2, (社) 日本建築学会, 2011.08.25
- ⑥ 足立真一、西亀和也、鶴口和也、志波文彦、竹下輝和、「学年ユニット型」の学習空間に対する教師の意識とその利用実態 小学校建築における「学級ユニット型」に関する研究 その 1, (社) 日本建築学会, 2011.08.25.
- ⑦ 西亀和也、志波文彦、竹下輝和、事後評価による集約型多目的室の利用実態に関する研究 Hk 小学校をケーススタディとして, (社) 日本建築学会 九州支部, 2011.03.06.
- ⑧ 中原千尋、福口朋子、赤木建一、志波文彦、竹下輝和、施設一体型小中一貫校における時程編成と執務スペースの分析 施設一体型小中一貫校の計画的課題と空間構成に関する研究 その 2, (社) 日本建築学会, 2010.09.11.
- ⑨ 福口朋子、志波文彦、竹下輝和、中原千尋、赤木建一、施設一体型小中一貫校における空間構成の分析 施設一体型小中一貫校の計画的課題と空間構成に関する研究 その 1, (社) 日本建築学会, 2010.09.11.

- ⑩ 足立真一、志波文彦、竹下輝和、作業スペース、共用スペースを持つ学級教室の利用実態 事後評価による空間計画モデルの検証, (社) 日本建築学会, 2010.09.11.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

竹下 輝和 (TAKESHITA TERUKAZU)
九州大学・大学院人間環境学研究院・教授
研究者番号: 30112303

(2) 研究分担者

志波 文彦 (SHIWA FUMIHIKO)
九州大学・大学院人間環境学研究院・助教
研究者番号: 50585932