

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2009～2013

課題番号：21360289

研究課題名(和文) 変革する時代における新世代学校施設推進の課題と体系化に関する研究

研究課題名(英文) Structured orientations and planning for future school buildings in the changing age

研究代表者

宮本 文人(MIYAMOTO, FUMIHITO)

東京工業大学・教育施設環境研究センター・教授

研究者番号：20143688

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,800,000円、(間接経費) 2,640,000円

研究成果の概要(和文)：日本の学校は、欧米と比べ学級の生徒数が多く、授業方法、多様性、柔軟性の点で先進的とはいえない。学校施設は、特別教室が充実しているが、今後、建築計画上、教育の変革や新しい試みを許容する柔軟性が望まれる。そこで、近年の小中学校施設を分析して3つの成果を得ている。第一に、小中学校の先進事例について敷地条件、敷地形状、校舎配置の関連性を捉えている。第二に、小学校のオープンスペースにおける家具種類と典型的家具配置を捉え、授業時の利用では教室ユニット内の位置で生じる差異を示している。第三に、小学校の少人数学習時における展開方法を捉え、教科教室型中学校について教科別に最低必要教室数の算定方法を開発している。

研究成果の概要(英文)：The class size of Japanese schools is large in both average and maximum number of students. This is the main reason why Japanese schools cannot adopt various learning methods and lack in diversity and flexibility. Japanese school buildings should have flexibility for future educational reforms and trials. The results are as follows: 1) There are several mechanisms which site area and shape decide the school building shape and layout. School building shape reveals the disposition of several kinds of rooms. 2) Several kinds of furniture are set in open space and passage space is kept before furniture layout. Class activities and utilization in open space depend on classroom position in the class unit. 3) In primary schools, proficiency-dependent teaching is the popular way in mathematics and it need the additional room. In lower secondary schools, calculation method of the minimum numbers of subject classrooms is proposed through the time schedule by applying genetic algorithm.

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：学校建築 校舎配置 オープンスペース 家具配置 少人数学習 習熟度別学習 教科教室型 遺伝的アルゴリズム

## 1. 研究開始当初の背景

OECD の調査によると欧米の学校は学級あたりの最大生徒数が 20 人から 25 人で、多い国でも 30 人である。日本の公立小中学校では最大生徒数が 40 人である。英米仏の一部の中等学校や高校では、特に教師当たりの生徒数が少ないことを重視しており、徹底した少人数での教育を行い、上級生では日本で大学の教養教育に相当する授業も行う。一方、日本の高等学校は義務教育でないため、公立も私立も最大生徒数 40 人の学級が多く、欧米との差が一層大きくなる。最大生徒数の違いは、英米や北欧における多様な授業方法を可能にする大きな要因と思われる。

英語圏や北欧などでは、教育改革として教育体系や学校体系が見直され、様々な試みが行われ、学校も多様化した。日本の教育は、OECD の PISA では世界的に再び躍進したが、学級あたりの生徒数が多いこともあり、授業方法、多様性、柔軟性の点で先進的といえる状況ではない。

学校校舎の整備状況をみると、英米仏の一部の高校を除くと、日本では特別教室が欧米よりも整備されており、小学校では顕著である。また、いくつかの学校施設はデザインも優れている。日本の特徴は、特別教室が整備された学校で、欧米と比べ学級あたりで多くの生徒が、同時に一斉に授業を受けることである。

学校建築は、寿命が長く、建築計画の立場でみると、様々な教育の変革や新しい試みを許容できる柔軟性を備える必要がある。この観点から、近年の新しい学校施設を分析し、現行の教育の新しい取り組みについて学習空間との関係から調べることは、学校建築の今後の在り方を理解する上で重要であると思われる。

## 2. 研究の目的

教育との関連で限界を認識しながら、近年の小中学校施設を対象に、今後のあり方の方向性を示すと考えられる 3 つの視点について、次の目的により体系的な研究を行っている。

### (1) 先進事例における空間利用変化からみた学校施設計画

研究の目的は、欧米の学校における先進事例について、教育体系と学校施設の関係、教室や管理諸室など室構成を検討し、平面形状、平面構成、教室配置の特色を比較しながら、特に、日本の小中学校について敷地条件、敷地形状、校舎配置との相互の関連性を捉えることである。

### (2) 学習活動の多様化に対応する

#### 学習空間利用計画

研究の目的は、日本の小学校を対象に、普通

教室に隣接するオープンスペース（以下 OS）における家具の種類と配置を調べ、典型的な家具配置を類型化すること、そして、授業時の活動利用状況を通して、教室ユニットにおいて普通教室の位置により OS 授業時利用に生じる差異を捉えることである。

### (3) 授業編成の変革に対応する教室整備

ここでは、小学校の少人数学習授業と中学校の教科教室型運営それぞれに対応する授業編成と教室整備を扱っている。

小学校では、学級の解体により別の授業集団編成を行う少人数学習授業を対象に、学級数と展開数を捉え、普通教室の他に一時的に必要とされる教室や学習空間を把握することを研究の目的としている。教科教室型中学校では、効率的な教室整備を目指し、選択授業、少人数授業、教員数を考慮した時間割の作成から、学級規模に応じた教科別最低必要教室数の算定方法を開発することを研究の目的としている。

## 3. 研究の方法

### (1) 先進事例における空間利用変化からみた学校施設計画

研究対象とする学校について建築図面（敷地配置図と平面図）を収集し、図形データの情報量が豊富なことに着目して、建築図面から簡易記述図形を作成し、分析を行っている。

### (2) 学習活動の多様化に対応する学習空間利用計画

小学校における OS の家具配置について、写真撮影と実測調査により教室ユニット平面図と家具配置図を作成し、分析を行っている。また、OS での授業活動状況については、授業時の写真撮影と実測調査により教室ユニットにおける児童の分布状況図を作成して分析を行っている。

### (3) 授業編成の変革に対応する教室整備

小学校の少人数学習授業については、学校訪問による授業活動の撮影・記録、教師への面談聞取調査、資料収集を行い、データ化して分析を行っている。中学校については、教科教室型運営方式を想定して、遺伝的アルゴリズム（略 GA）を用い、教員数を含めた諸条件を考慮し、絶対必要教室数を目標とする時間割を作成することから、最低限必要な教室数を導いている。

## 4. 研究成果

### 4.1 先進事例における空間利用変化からみた学校施設計画

1980 年以降、小学校や中学校を中心に、様々な規模や形状の敷地に、異なる形状の校舎が設

計され、多様化が進んでいる。学校建築を対象にした、敷地条件及び校舎形状、規模、グラウンド(以下GR)配置の関係について言及した既往研究はみられない。

そこで、小学校と中学校それぞれを対象に、敷地条件や形状の多様性を把握し、敷地条件及びGR配置、校舎形状の相互関係の特徴を捉えることを明らかにしている。

#### 4.1.1 小学校における敷地条件と施設配置

1980年以降に建設された小学校88校について、校舎形状別に、接道関係、GR配置、敷地形状との関係を整理している(図1)。

①矩形型校舎は、正方形に近い校舎ではGRを校舎の南側に配置し、細長い矩形の校舎では校舎とGRの長軸が平行に配置され、GRを校舎の南側、東側に配置する。

②円形型校舎は、山地の変形した敷地にあり、GRを校舎の東側、西側に配置する。

③コの字型校舎は、GRを校舎の南側に配置するものが多い。敷地面積の大きいものもみられ、変形型敷地が多い。

④多角形型校舎は、変形型、細長変形型敷地のみで、GRを校舎南側、東側に配置する。

⑤L型校舎は、GRの校舎南側配置が多い。変形した敷地に合わせて校舎を配置する。

⑥ロの字型校舎は、GRを校舎の南、北、東側に配置する。四角形型敷地、直角を含む変形した敷地にみられる。

⑦環状型校舎は、山間の敷地に立地し周りが山に囲まれるため、変形した敷地が多い。

⑧矩形多孔型校舎は、正方形に近い矩形の校舎が多く、住宅地にあり、細長変形型敷地はない。

⑨平行並列型校舎は、採光により東西軸に配置し、様々な敷地形状でGRを校舎の南側に配置するものがみられる。

⑩主軸分岐型校舎は、2辺以上の接道、GRを校舎の南側、西側に配置するものが多い。様々な敷地形状にみられる。

⑪複合型校舎は、複合することで校舎の縦横比に偏りが生じる。細長変形型敷地はないために、校舎を敷地の長辺に配置し、GR配置は校舎の西側、東側のものがみられる。

#### 4.1.2 中学校における敷地条件と施設配置

1970年以降に建設された特別教室型で運営している中学校61校について、校舎形状別に、接道関係、GR配置、敷地形状との関係を整理している(図2)。

①矩形型校舎は敷地面積が小さく、市街地の大

きな凹凸のある敷地に多い。矩形型の校舎は建築面積が小さくなるためである。平行型校舎は、平地(田畑・空地)にあり、余裕をもった配置となる。矩形型は敷地の一边に寄せた配置をとるが、平行型ではみられない。

②L型、T型、分散型校舎は山地で変形敷地に多く、敷地の凸部に校舎を配置する。L型、T型校舎は敷地が狭く、分散型校舎では広い。

③コの字型校舎は、細長変形型敷地の場合、平行する棟の距離を敷地に合わせ短くし、多角形(凹凸)型の場合凸部に校舎を配置する。「コ」の開いている側を東西方向にとる。

④H型校舎は、平行する2辺の角度を広げ、小さな細長変形型敷地に沿うように、また、Hの平行部分の角度をGRに向けて広げ配置する。

⑤ロの字型、E型、並列型校舎は大きな建築面積を必要とするので、平地(田畑・空地)に立地し広い敷地に多く、平地(市街地)ではほとんどない。ロの字ブリッジ型校舎は、ブリッジを短くするため細長い形状となり、山地にある細長変形型や変形型敷地に多く、平地(市街地)ではみられない。

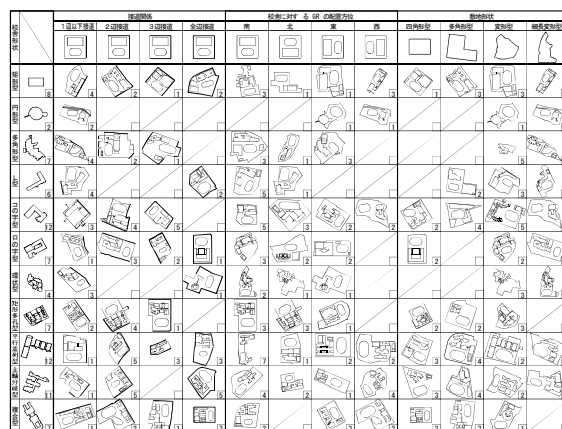


図1 小学校における校舎形状と敷地条件の関係



図2 中学校における校舎形状と敷地条件の関係

#### 4.2 学習活動の多様化に対応する 学習空間計画

小学校において普通教室と連続したオープンスペース(以下OS)は、1970年代に登場し、1984年の文部省による補助制度により普及が進み、現在では定着している。

##### 4.2.1 小学校のオープンスペースにおける家具配置と空間特性

OSの普及により、複数タイプの教室ユニット平面が設計され、OSに学習活動等のために様々な家具が置かれている。しかし、家具配置に関する体系的な既往研究は少なく、書籍等に掲載されている家具配置は現状と異なる場合が多い。家具配置は、児童の通過動線、視線や騒音への配慮等により異なるが、教室ユニット平面毎に特徴がある。分析対象は、小学校27校の教室ユニット平面図、家具配置図である。

教室ユニット平面は、並列型、内向型、L字型、対向型、1教室型に分類できるが、並列型は最も数が多い。家具は、12種類に集約できる。主要な家具に着目して、個人収納(ランドセル類、専科類)、可動間仕切、OS用机、本収納、展示・掲示について、教室ユニット平面毎に家具配置を整理している(図3)。

並列型は、可動間仕切や収納類で教室とOSを仕切る例が多い。並列分離型は、個人収納を壁側に寄せ通過動線を挟み、1教室でOSを使用する場合、2教室で共有する場合がある。内向型1は、OSの中央付近における共通机の設置や空きスペースの確保の状況から学年全体でOSを使用する様子が窺われる。

##### 4.2.2 小学校の教室の位置によるオープンスペース利用

最も典型的な並列型教室ユニット平面の場合、ユニットの出入口からの普通教室の位置関係により、授業時のOS利用には特徴があり、個別やグループで児童が分散する状態に差異がみられる。並列型教室ユニットについて出入口側、中央、奥側の普通教室の位置毎に、隣接教室の使用状況を考慮して、授業活動や児童の分布状況を調べ、OSの利用の差異を明らかにしている(図4)。分析対象は、学級単位でのOSを利用した床座による授業場面(17校36事例)である。

- ①出入口側の教室では、教材置場により児童の広がる範囲を制限する等、通過動線を避けた場所や普通教室内のみが使用される。
- ②中央の教室では、両側が授業中の時、音の影響が大きい話し合いでは普通教室内に留まる、

制作でもあまり広がらない等、OSを利用し難い状況にある。両隣がない場合、OSや余裕教室等へ授業場所が広がる。

③奥側の教室の場合、通過動線がなく、教室ユニットの隅があるため、教材を設置し児童の活動を促す等、OSが積極的に利用される。

以上より、奥側のOSが最も条件がよい。中央と出入口側の条件を改善するためには、中央の普通教室面積を広くする、透過性のある可動間仕切りで普通教室とOSの独立性を高める、出入口を複数個所設け教室前を通過動線としない等の計画が提案できる。

可動間仕切：有		可動間仕切：無	
並列型	並列型	並列型	並列型
可動間仕切で教室とOSや教室間を仕切る		教室とOSを仕切らない	
教師コーナー：有		教師コーナー：無	
並列分離型	並列分離型	並列分離型	並列分離型
2教室間のCR内やその周辺に家具を置く 教室とOSの一体利用		2教室間の通り付け欄内とその周辺に家具を置く 教室とOSの一体利用	
並列分離型	内向型1	並列分離型	内向型1
教師コーナー周辺に家具を置く		2教室間に机を置く 2学級で共有	
内向型1	内向型1	内向型1	内向型1
教室とOSを仕切り、机をOS中央部分に置く		教室とOSを仕切り、机をOS中央部分に置く	
L字型	L字型	内向型2	内向型2
OSに家具を分散して置く		OSを長辺に対し垂直に2つに分ける	
L字型	内向型3	内向型2	内向型2
教室とOSを仕切り、教師コーナー周辺に家具を置く		教室とOSを仕切る	
対向型3	対向型3	対向型2	対向型2
教室とOSを仕切り、OS全体を空ける		OSの中央部分を空け、通過動線を確保する	

図3 教室ユニット毎の家具配置

並列型教室ユニットを複数学級で共有		
出入口	中央	奥
<p>「話し合い(簡単)」 (E1) 生活科</p> <p>2年 CR 10 2年 CR 2-2R 1年 CR</p>	<p>「話し合い(簡単)」 (E2) 生活科</p> <p>西寺尾(授業3) 3-4P 余相 CR 2年 CR 2年 CR</p>	<p>「話し合い(移動)」 (E3) 算数</p> <p>小池小(授業5) &lt;1-4P&gt; 2年 CR 2年 CR 2年 CR</p>
<p>【補説】 「話し合い(簡単)」 …短時間で済む話し合い。 「話し合い(移動)」 …児童が移動し相手を変えながら話し合う場合で、話し声がある上、移動を伴うため他学級におよぶ音や振動の影響は大きい。 「話し合い(発表練習)」 …発表に向けての話し合いや練習。 城山小(授業34)</p>	<p>教室ユニットを単学級で占有</p>	<p>「話し合い(発表練習)」 (E4) 総合</p> <p>2年 CR 2年 CR 2年 CR</p>

図4 児童が均等分散状態に分布している話し合いの学習場面

#### 4.3 授業編成の変革に対応する教室整備

##### 4.3.1 小学校の少人数授業におけるコース編成と展開方法

小学校では基礎・基本の定着が指摘され、算数や国語等で少人数授業が行われている。少人数授業では、学級数より多いコースを設定するため、普通教室以外の学習場所が必要になる。そこで、算数と国語について、少人数授業を行う学校を対象にコース編成と展開方法を把握し、学習場所を捉えている。

少人数授業のコース編成の種類には、均等分割、単純分割、課題別、習熟度別編成があり、習熟度別編成は発展・基礎・補充コースの組合せからなる。算数の習熟度別編成をみると(表1)、中高学年で多く、低学年では少ない。理由は、習熟度差が低学年で生じ難く、中学年から生じるからである。単純分割・均等分割・課題別編成とTT (team teaching の略) をみると(表2)、単純分割編成が最も多く、次にTTが多い。低学年でTTが相対的に多いのは、一斉授業の中で学習の遅い児童に個別指導が可能のためである。全てのコース編成で、学級数に1コース加えた展開が多く、2コース加えた展開の場合もある。

習熟度別編成の場合、OSの有る学校では余裕教室、メディアスペース、OSの順で、OSの無い学校では余裕教室、特別教室の順で利用される。学級教室以外を利用するのは、補充コースが最も多く発展コースは次に多い。理由は、両コースでは児童数が少ないためと、コース別教室の固定は、児童の習熟度差が明らかになることを避けるためである。

##### 4.3.2 教科教室型中学校における必要教室数の算定

中学校の運営には教科毎に専用の教室をもつ教科教室型がある。近年、教育環境の充実と生徒の自主性を伸ばす観点から注目されている。教科教室型で必要とする教室の種類、数に関する既往研究はあるが、教室数が多い可能性がある。そこで、遺伝的アルゴリズム (以下GA) を使い、教員数を含め現状の条件をできる限り考慮し、絶対必要教室数を目標とする時間割の作成から、最低限必要な教室数を導く方法の提案を試みている。選択科目や総合学習を学年単位で行うという最も標準的な条件下で時間割を作成し、必要教室数を算定した結果、絶対必要教室数や既往研究と比較している(表3)。

①絶対必要教室数と比べると、ほとんどで、利用率の上限100%まで教室を使用できる。

②既往研究では、ほとんどの場合、教室数が過

大に算定され、学級数が大きくなると差が開き、30学級時に差が9教室で最大となる。

③経験的に使われてきた利用率の上限80%とした場合の教室数と比較している。この方法は単純なので学校が小規模または中規模の場合は有効である。しかし、規模が大きくなると、過大に算定されることが分かる。

④特別教室型中学校と比べると、教科教室型運営方式の方が少ない教室数で運営できる。

⑤第二次大戦後、検討されたプラトーン型運営は、教室数と学級数を等しくする最低必要数の教室を計画する案であった。ここで提案は、プラトーン型運営と同じ教室数で運営可能であることを示している。

表1 算数のコース展開方法 (習熟度別学習)

学年	学級数	学年内編成									
		1→2	1→3,4	2→3	2→4	3→3	3→4	3→3	4→4,5	4→6,7	5→6
1年	5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2年	2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3年	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4年	14	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5年	16	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6年	13	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

凡例  
 ■ 習熟度別編成  
 ■ 発展コース  
 ■ 基礎コース  
 ■ 補充コース  
 ■ 3学級が発展が2コース、基礎が2コース、補充が1コースに展開する習熟度別編成が3サンプル

表2 算数のコース展開方法 (単純・均等分割とTT)

学年	学級数	学年内編成										2→3	凡例	
		1→2	1→3	2/4→3	2/6→3	3/6→4	2→3,4	3→4	4→5	5→6				
1年	4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2年	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3年	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4年	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5年	7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6年	4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

凡例  
 ■ 単純分割編成  
 ■ 均等分割編成  
 ■ 課題別編成  
 ■ 補充コース  
 ■ 単純分割編成  
 ■ TT

表3 算定方法による学級規模に対応した教科教室毎の数

学級数	絶対必要数	教科教室										合計			
		国語	数学	英語	社会	理科	音楽	美術	技芸	合計					
3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
9	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	14
12	12	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	14
15	15	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	15
18	18	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	19
21	21	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	21
24	24	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	23
27	27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	26
30	30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	27

注1: 絶対必要数とは、表10の式によって算定される教室数  
 注2: U+Vとは、特別教室型運営校において計画される 普通教室数+特別教室数

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- ① 下倉玲子、宮本文人、小学校の教室の位置によるオープンスペース利用の差異、日本建築学会計画系論文集、査読有、No. 678、2012、pp. 1823-1830  
DOI: 10.3130/ai.ja.77.1823
- ② 宮本文人、仲綾子、小学校における少人数授業展開と学習空間計画、日本建築学会計画系論文集、査読有、No. 677、2012、pp. 1581-1590  
DOI: 10.3130/ai.ja.77.1581
- ③ 宮本文人、仲綾子、鈴木理元、小学校のオープンスペースにおける主要家具の配置特性、日本建築学会計画系論文集、査読有、NO. 659、2011、pp. 9-17  
DOI: 10.3130/ai.ja.76.9

[学会発表] (計23件)

- ① 宮田智美、宮本文人、欧米諸国の小学校建築における平面構成と教室配置、日本建築学会、2013. 8. 30、北海道大学
- ② 小森廉、宮本文人、特別教室型中学校における敷地条件と施設配置構成、日本建築学会、2012. 9. 12、名古屋大学
- ③ 宮本文人、井上侑子、諸外国の学校建築における動線形状と平面構成 その1 諸外国の学校の保有する室と校舎形状、日本建築学会、2012. 9. 12、名古屋大学
- ④ 井上侑子、宮本文人、諸外国の学校建築における動線形状と平面構成 その2 校舎形状と動線形状の関係性と教室ユニットの配置、日本建築学会、2012. 9. 12、名古屋大学
- ⑤ 宮本文人、千葉ユキ、教科教室型中学校における敷地条件と校舎配置の特性 その1 敷地条件と校舎及びグラウンド配置の相互関係、日本建築学会、2011. 8. 25、早稲田大学
- ⑥ 千葉ユキ、宮本文人、教科教室型中学校における敷地条件と校舎配置の特性 その2 敷地条件と校舎及びグラウンド配置の相互関係、日本建築学会、2011. 8. 25、早稲田大学
- ⑦ 宮本文人、鈴木理元、小学校のオープンスペースにおける通過動線と家具配置 小学校のオープンスペースにおける家具配置と空間特性 その1、日本建築学会、2010. 9. 11、富山大学
- ⑧ 鈴木理元、宮本文人、小学校のオープンス

ペースにおける家具配置と空間特性 小学校のオープンスペースにおける家具配置と空間特性 その2、日本建築学会、2010. 9. 11、富山大学

- ⑨ 蕪木美穂、宮本文人、小学校における敷地条件と施設配置計画、日本建築学会、2009. 8. 28、東北学院大学
- ⑩ 深谷和義、宮本文人、鈴木理元、遺伝的アルゴリズムによる中学校の時間割編成と教室数算定 教科教室型運営方式の中学校における教室数算定 その1、日本建築学会、2009. 8. 28、東北学院大学
- ⑪ 鈴木理元、宮本文人、深谷和義、中学校の学習指導要領等の相違と教室数算定 教科教室型運営方式の中学校における教室数算定 その2、日本建築学会、2009. 8. 28、東北学院大学

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

宮本 文人 (MIYAMOTO, Fumihito)  
東京工業大学・教育施設環境研究センター・教授

研究者番号：20143688