

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 9 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560715

研究課題名(和文)健康リスク分析のための高レベル道路交通騒音の予測と曝露人口推定法

研究課題名(英文) Estimation of the number of population exposed by high level road traffic noise for a study of health risk caused by noise

研究代表者

藤本 一壽 (Fujimoto, Kazutoshi)

九州大学・人間・環境学研究科(研究院)・教授

研究者番号：90112309

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、高レベル道路交通騒音に曝露される人口の推定法を確立することを目的とする。そのために、藤本一壽(研究代表者)は道路に面する地域における住戸ごとの道路交通騒音の予測法を研究して新しい予測法を提示した。平栗靖浩(研究分担者)は国勢調査などの入手可能なデータベースから住戸ごとの居住者数を精度よく推定する独自の方法を考案した。これらの研究成果を統合することで、高レベル道路交通騒音に長期間曝露されること健康リスクについて研究するための道路交通騒音曝露人口の推定法が達成された。

研究成果の概要(英文)：This study aims at establishing a method to estimate the number of population exposed by high level road traffic noise. To achieve it, Fujimoto, a representative of this study studied the prediction of the insertion loss of detached houses against road traffic noise and presented a new method to predict the noise level in each house at areas facing roads by combining ASJ RTN Model-2013. Hiraguri, co-researcher of this study, studied the estimation of the number of people dwelling in each house along roads and contrived a unique and original method using "Base Map Information", "Digital National Land Information", "Population Census", "Housing and Land Survey", and Google Maps Javascript APJ.

The integration of these research achievements enables us to estimate the number of population exposed by high level road traffic noise. The results of this study are useful for a study of health risk caused by noise.

研究分野：建築環境工学

キーワード：道路交通騒音の予測 騒音曝露人口の推定 健康リスク

1. 研究開始当初の背景

WHO は、1996 年の「Green Paper of the European Commission, Further Noise Policy, COM(96) 540 final. 1996.」において、高いレベルの騒音に長期間曝露されることが健康へ影響することを指摘し、「EU 全体で 8,000 万人以上の人々が著しいアノイアンスが生じる騒音に曝されていると推定され、その経済損失は 120 億ユーロ以上にのぼる」という警告を発した。EU は、これに対処すべく、「DIRECTIVE 2002/49/EC」を発令し、HARMONOISE や IMAGINE などの環境騒音の予測手法の開発、開発した手法を用いた大都市の環境騒音の把握（騒音マップの作成）、騒音曝露人口の推定、騒音低減のためのアクションプランの立案と実行、という大規模なプロジェクトを精力的に推進し、環境騒音の低減を図っている。2011 年 9 月に大阪で開催された inter-noise 2011（国際騒音制御工学会議）においても、プロジェクトの経過と成果が多数報告されるとともに、アジア諸国からも、EU のプロジェクトになった注目すべき取り組みが紹介された。日本は、狭い国土ゆえに幹線道路の沿道に多数の住宅が立地しており、高レベルの道路交通騒音に日常的に曝露されている国民は多数にのぼると推測される。したがって、日本も、高レベルの道路交通騒音に曝露されている人口を正しく把握し、健康リスクの視点に立った騒音対策に取り組まなければならない。

2. 研究の目的

以上の観点から、本研究は、高レベルの道路交通騒音に曝露されている人口の把握手法を確立することを目的とした。この研究目的を達成するには、第一に、道路に面する地域における住宅ごとの道路交通騒音の予測法を確立させること、そして第二に、国勢調査などの入手可能なデータベースから、沿道の住戸ごとの居住者数を精度よく推定する方法を確立させること、が必要である。第一の研究「道路に面する地域における住宅ごとの道路交通騒音の予測法の確立」では、道路交通騒音の予測がベースとなる。わが国では日本音響学会 ASJ RTN-Model 2008 が道路交通騒音予測法のスタンダードとなっており、住戸ごとの騒音予測には、このモデルに示されている「建物・建物群背後における道路交通騒音予測法」が応用できる。これは藤本一壽（本研究代表者）らの研究成果によるものであるが、対象が直線道路に限られているため、本研究目的を達成するには、直線以外の道路にも適用できるように予測手法を拡張する必要がある。本研究では、第一の研究を[研究 1]とし、藤本が担当した。第二の研究「沿道の住戸ごとの居住者数の推定法」は、国内外ともほとんど行われていない。今泉らは、近年整備が進んでいる数値地図に着目し、国勢調査による人口データ、

市販の建物数値地図、都市計画法に基づく用途地域指定図を組み合わせることで居住者数を推定するための基礎的検討を行っており、これが唯一の研究である。今泉らは、数値地図上の建物名称と事前に構築した建物識別用データベースを活用することで、建物を居住系建物と非居住系建物を判別し建物内の居住者数を推定可能であるという知見を得ているが、用いるデータの制約から適用範囲が限定されており、また手法の妥当性の検証も十分ではない。そこで本研究では、より精度が高く効率的な推定法について研究しようとするものである。

今泉ら[8]は、近年整備が進んでいる数値地図に着目し、国勢調査による人口データ、市販の建物数値地図、都市計画法に基づく用途地域指定図を組み合わせることで居住者数を推定するための基礎的検討を行っており、これが唯一の研究である。今泉らは、数値地図上の建物名称と事前に構築した建物識別用データベースを活用することで、建物を居住系建物と非居住系建物を判別し建物内の居住者数を推定可能であるという知見を得ているが、用いるデータの制約から適用範囲が限定されており、また手法の妥当性の検証も十分ではない。そこで本研究では、より精度が高く効率的な推定法について研究しようとするものである。本研究では、第二の研究を[研究 2]とし、平栗靖浩（研究分担者）が担当した。

以上二つの研究成果を統合させることによって、高レベル道路交通騒音に曝露される人口の推定法を確立することが本研究の目的である。

3. 研究の方法

[研究 1]（担当：藤本）は、「道路に面する地域における住戸ごとの道路交通騒音レベルの予測法の確立」が目的である。藤本は、これまで、直線道路を対象にした場合の住戸ごとの道路交通騒音レベルの予測法を研究してきており、その研究成果はわが国の道路交通騒音予測計算法のスタンダードとなっている ASJ RTN-Model 2008 に採用されるなどの高い評価を受けている。本研究においても、これまでの研究を継承して、模型実験によって建物群による騒音減衰量を求める方法を踏襲した。模型実験は、半無響室に縮尺 1/20 の 100m × 80m の市街地を想定し、そこに建物群を配置して、道路から 20m ~ 50m の様々な高さの点における騒音レベルを計測するというものである。実験室は九州大学に備わっている施設であり、実験に用いる音響計測機器も、一部を除いて、これまでの研究で使用してきたものを活用した。ただし、戸建て住宅群の模型は新たに追加製作した。このような実験装置を用いて、道路周辺の戸建て住宅群の立地条件を様々に変化させて多数の実験を行い、戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の実験値を得た。実験は膨大と

なるので、多数の実験補助員を雇用した。得られた膨大な実験結果を詳しく分析して、曲線道路を対象にした建物群による道路交通騒音減衰量の予測式を新たに構築した。さらに、提案した予測式の検証のための模型実験も行い、提案する予測式の予測精度、さらに予測式が沿道における住戸ごとの騒音レベルの予測に有効であることを検証した。

[研究 2] (担当：平栗) は、沿道の住戸ごとの居住者数を推定する方法について検討した。本研究で目指す居住者数推定手法は、(1) 暴露人口の計算精度の面から高精度であること、(2) 公共団体等が公開している無償のデータのみを利用し、利用者による制約をなくす(ユーザビリティを確保すること)を、満たすものとする。提案する居住者数推定手法は、戸建/集合別の住居系・非住居系建物の判別を行い、住居系と判別された建物に人口を割り当てる。推定手法を構築するにあたり、公共団体等が公開している様々なデータベースを調査し、居住者数の推定に必要と思われるデータが含まれているかどうかや、データの精度などを精査した結果、国土地理院の基盤地図情報に含まれる建物外周線データと国土政策局の国土数値情報に含まれる施設データ及び用途地域データ、総務省統計局の国勢調査データ及び住宅・土地統計調査データ、Google Maps JavaScript API のプレイス検索を活用して構築する非住居系建物データベースを採用することとした。住居系建物の判別手順は 5 Step からなり、Step 1 では、建物データとして用いる建物外周線ポリゴンに関係付けられている建物種別の属性値を参照し、「普通無壁舎」もしくは「堅ろう無壁舎」の場合は非住居系建物とする。Step 2 では、国土数値情報で公開されている施設データを用い、施設ポイントを内包する建物と施設ポリゴンに内包される建物を非住居系建物とする。Step 3 では、住宅や学校、病院等の建築が禁止されている「工業専用地域」及び、主として工業用地として用いられる「工業地域」内に位置する全ての建物データを非住居系建物とする。Step 4 では、Google Maps JavaScript API のプレイス検索を利用して、店舗や施設の位置情報を調べてデータベース化し、GIS 上で建物とオーバーレイすることで非住居系建物を推定する。最後に Step 5 として、住宅・土地統計調査より、戸建て住宅、共同住宅、長屋建て住宅の建て方別建築面積データを抽出し、その結果を基に 40 m^2 以上 125 m^2 未満を戸建て住宅、 125 m^2 以上 500 m^2 未満を共同住宅、それ以外を非住居系建物とすることとした。人口データには、平成 22 年度国勢調査の小地域集計第 2 表を用いる。町丁・字毎に個別の住居系建物に入居する世帯数、世帯当たりの平均的な人口を算出し、各建物に居住者数を割り当てる。世帯数は、戸建て住宅は 1 世帯、集合住宅は建物面積を集合住宅の 1 世帯あたりの平均延べ床面積で除した値とする。なお、

平均延べ床面積は、住宅・土地統計調査から算出した。以上の手順を地方政令都市である岡山県岡山市、熊本県熊本市、静岡県浜松市に対して適用し、ケーススタディを行った。

4. 研究成果

[研究 1] (担当：藤本) では、研究期間の 3 年間に次のような 3 ステップで研究を行った。

まず初年度は、沿道に立地する戸建て住宅群の高さを 10m (3 階建てと想定) として、騒音予測点が地上 1.2m の場合の点音源モデルに基づく道路交通騒音減衰量の予測式 F_{2012} を構築した。この予測式は、道路を走行する 1 台の車両を点音源と想定し、点音源から沿道の高さ 1.2m 点における道路交通騒音の戸建て住宅群による減衰量 ΔL_B を予測するものである。実験結果を多角的に分析し、 ΔL_B を、音源から騒音予測点至る直接音成分 E_d 、反射音成分 E_{ref} 、1 次回折音成分 E_{dif1} 、その他の成分 E_{dif2} の和とした式で表現した。そして、予測式と実験結果との比較から、 F_{2012} の予測精度は、 ΔL_B では平均的に 1.9dB 、複数の車両が走行したときの騒音予測計算に必要な ΔL_{bldgs} (ΔL_B のエネルギー平均値) では平均的に 1.2dB 程度であることを示した。

続く研究 2 年目では、前年度に提案した F_{2012} を、沿道に立地する戸建て住宅群の高さを 10m 以下 (3 階建てまたは 2 階建てまたは 1 階建てと想定) 騒音予測点が建物高さ以下 (地上 1.2m から 10m まで) の場合に適用できるように拡張した。拡張式の導出のため、多数の実験条件で模型実験を実施し、得られた膨大な実験結果を詳しく分析して F_{2012} を拡張した式を提案した。拡張した F_{2012} の予測精度は、 ΔL_B で平均的に 1.6dB 、 ΔL_{bldgs} では平均的に 1.6dB 程度となった。拡張 F_{2012} を用いることで、直線道路だけでなく曲線道路の沿道においても、3 階建てまでの戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量を、建物高さ以下の点において予測できるようになった。これにより、沿道に立地する住戸ごとの道路交通騒音の予測が可能となった。しかしながら、拡張 F_{2012} の計算に必要なパラメータの算出は必ずしも簡単ではなく、沿道における多数の住戸について住戸ごとの道路交通騒音を予測するには、建物群による減衰量もそう少し簡易に求める方法が必要であると考えられた。

そこで、研究 3 年目では、拡張 F_{2012} の計算の簡略化について研究した。拡張 F_{2012} の構築のために行った実験結果を再検討したところ、拡張 F_{2012} を構成する E_d 、 E_{ref} 、 E_{dif1} 、 E_{dif2} の中で、 E_{ref} 、 E_{dif1} は他の 2 つに比べると、パラメータの算出が煩雑である反面、成分自体は大きくないことが判明した。そこで、拡張 F_{2012} を構成する E_d 、 E_{ref} 、 E_{dif1} 、 E_{dif2} の中で、道路交通騒音の戸建て住宅群による減衰量 ΔL_B をそのまま計算した場合と

E_d 、 E_{dif2} だけで計算した場合(F2012*と呼ぶ。F2012*の式の係数は拡張F2012とは異なる)を比較検討した。その結果、F2012*はF2012よりも ΔL_B で平均0.3dB、 ΔL_{bidgs} ではほとんど差はないことが分かった。そこで、精度よりも寛敏さを重視して戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量 ΔL_B を求めたい場合は、F2012*を拡張F2012の代わりにしてもよいと結論した。これにより、高レベルの道路交通騒音に曝露される人口の推定に必要な“道路に面する地域における住戸ごとの道路交通騒音”が容易に予測できるようになり、日本音響学会 ASJ RTN-Model 2013 (ASJ RTN-Model 2008の更新版)と併せて用いることで、道路が曲線の場合においても、沿道に立地する住戸ごとの道路交通騒音の予測が可能となり、本研究の[目的1]が達成された。

[研究2](担当:平栗)では、各年に以下のような成果を得た。

初年度は、道路交通騒音常時監視対象道路の沿道100mに立地する住居系建物に対する居住者数推定アルゴリズムに関する基礎的検討を行った。基盤地図情報と住宅・土地統計調査、国土数値情報、国勢調査結果に含まれるデータを活用するものである。本アルゴリズムでは、道路交通騒音常時監視対象道路の近接1列目に立地する建物群(1列目)と、2列目以降に立地する建物群(背後群)の別に1軒当たりの平均的な居住者数を推定するものである。政令指定都市の一例として、熊本市と岡山市を対象にアルゴリズムの構築およびアルゴリズムを用いた居住者数の割り当て試算を実施した。

2年度目は、対象騒音源が道路交通騒音に限定されないようにするため、常時監視対象道路の沿道100m以内に立地する建物という限定を排除し、市内全域の建物を推定する手法に切り替えた。そこで、改めて推定手順を整理し、研究方法で述べた推定手法のうち、Google Maps Javascript APIを除く4ステップの推定手法を提案し提案し、岡山市を対象に居住者数の推定を試行した。その結果、戸建て住宅は高精度に判別できることが明らかになったものの、集合住宅の判別に誤判定が多く、課題があることが明らかになった。

3年度目は、集合住宅の判別精度改善を目的に、2年度目に提案した4ステップに加え、新たな地理情報にGoogle Maps Javascript APIのプレイス検索を用いた施設情報データベースの活用について検討した。プレイス検索では、予め用意されているプレイスタイプの中から58種類のプレイスタイプを採用し、岡山市内に格子状に配置した191地点を対象に検索を行ったところ、48,733個の施設データを得た。それらの施設データをGIS上で建物データとオーバーレイし、施設データを内包する建物を非住居系建物とした。最後に、5ステップの判別精度を明らかにするため、Google Street Viewを利用して実際の建物が

住居系か非住居系か調べた。調査対象とした建物は、岡山市内の自動車常時監視対象道路の沿道一列目に立地する4,931軒の建物とした。調査の結果、4,931軒のうち2,012軒が住居系建物、残りが非住居系建物であった。各判別ステップにおける正答率を算出したところ、本研究で提案した手法の平均正答率は約70%であり、本判別手法がある程度の有用性を持っていることが明らかになり、本研究の当初の目的を達成できたと考えている。

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3件)

Kazutoshi Fujimoto, Kyosuke Tsuji, Toru Tominaga, Kengo Morita, Prediction of insertion loss of detached houses against road traffic noise using a point sound source model, Acoustical Science and Technology, 査読有, 2015, 36,109-119, https://www.jstage.jst.go.jp/browse/ast/36/2/_contents

藤本一壽, 道路交通騒音の予測モデル“ASJ RTN-Model 2013” 6. 建物・建物群背後における騒音, 日本音響学会誌, 査読なし, 70巻4号, 2014, 202-207

富永亨, 森田建吾, 藤本一壽, 平面道路に面する地域における戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法 - 建物高さを受音点高さを考慮した予測式 -, 都市・建築学研究(九州大学大学院人間環境学研究院紀要), 査読有, 第25号, 2014, 75-85

[学会発表](計25件)

森田建吾, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測計算法 その5 計算の簡略化に関する検討, 日本建築学会九州支部研究発表会, 2015年3月1日, 熊本県立大学(熊本県熊本市)

藤本一壽, 森田建吾, 平面道路に面する地域における戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法 - 点音源モデルの予測式 F2012 の簡易計算法 -, 日本音響学会騒音・振動研究会, 2015年2月20日, 九州大学(福岡県福岡市)

平栗靖浩, 藤本一壽, 騒音曝露人口算出のための住居系建物の居住者数推定手法に関する研究, 日本音響学会騒音・振動研究会, 2015年2月20日, 九州大学(福岡県福岡市)

Kazutoshi Fujimoto, Toru Tominaga, Kengo Morita, Tomoko Hirata, Prediction method of insertion loss of detached houses against road traffic

noise based on a point sound source model- Prediction formula considering the heights of buildings and a prediction point, inter-noise 2014, 2014年11月17日, Melbourne (Australia)

平栗靖浩, 藤本一壽, 騒音曝露人口算出のための住居系 / 非住居系建物の判別手法, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会, 2014年9月18日, 明治大学(東京都中野区)

藤本一壽, 森田建吾, 平田智子, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測 その6 点音源モデルと線音源モデルの比較, 日本建築学会大会研究発表会, 2014年9月13日, 神戸大学(兵庫県神戸市)

平田智子, 森田建吾, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測 その5 建物高さを受音点高さを考慮した予測式の有効性の検証と適用例, 日本建築学会大会研究発表会, 2014年9月13日, 神戸大学(兵庫県神戸市)

森田建吾, 平田智子, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測 その4 建物高さを受音点高さを考慮した予測式, 日本建築学会大会研究発表会, 2014年9月13日, 神戸大学(兵庫県神戸市)

森田建吾, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法 - 計算の簡略化に関する検討 -, 日本音響学会 2014年秋季研究発表会, 2014年9月3日, 北海道大学(北海道札幌市)

藤本一壽, 道路交通騒音の予測モデル "ASJ RTN-Model 2013" - 建物群背後の騒音予測計算方法 -, 日本音響学会 2014年春季研究発表会, 2014年3月11日, 日本大学(東京都千代田区)

森田建吾, 富永亨, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測計算法 - その4 建物高さを受音点高さを考慮した予測計算式の有効性の検証と適用例 -, 日本建築学会九州支部研究発表会, 2014年3月2日, 佐賀大学(佐賀県佐賀市)

富永亨, 森田建吾, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測計算法 - その3 建物高さを受音点高さを考慮した予測計算式の構築 -, 日本建築学会九州支部研究発表会, 2014年3月2日, 佐賀大学(佐賀県佐賀市)

吉田望央, 平栗靖浩, 藤本一壽, 騒音曝露人口算出に向けた居住者数推定手法の開発 - 熊本市、浜松市を対象とした検討 -,

日本建築学会九州支部研究発表会, 2014年3月2日, 佐賀大学(佐賀県佐賀市)

富永亨, 森田建吾, 藤本一壽, 平面道路に面する地域における戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法 - 建物高さを受音点高さを考慮した予測式 -, 日本音響学会騒音・振動研究会, 2014年2月28日, 沖縄産業支援センター(那覇市, 沖縄県)

Kazutoshi Fujimoto, Kyosuke Tsuji, Toru Tominaga, Prediction method of insertion loss of detached houses against road traffic noise based on a point sound source model, inter-noise 2013, 2013年9月16日, Innsbruck (Austria)

富永亨, 森田建吾, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法 - 受音点高さを考慮した予測式 -, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会, 2013年9月6日, 熊本大学(熊本県熊本市)

平栗靖浩, 藤本一壽, 騒音曝露人口算出に向けた沿道建物の居住者数推定手法に関する基礎的検討, 日本騒音制御工学会秋季研究発表会, 2013年9月6日, 熊本大学(熊本県熊本市)

森田建吾, 富永亨, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測 その3 受音点高さを考慮した予測式の有効性の検証, 日本建築学会大会研究発表会, 2013年8月31日, 北海道大学(北海道札幌市)

富永亨, 森田建吾, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測 その2 受音点高さを考慮した予測計算式, 日本建築学会大会研究発表会, 2013年8月31日, 北海道大学(北海道札幌市)

藤本一壽, 富永亨, 森田建吾, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測 その1 高さ1.2m点における予測式, 日本建築学会大会研究発表会, 2013年8月31日, 北海道大学(北海道札幌市)

21 富永亨, 森田建吾, 藤本一壽, 平面道路に面する地域における戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法 - 受音点高さを考慮した予測式 -, 日本音響学会騒音・振動研究会, 2013年8月19日, 九州大学(福岡県福岡市)

22 富永亨, 辻京祐, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測計算法 - その2 予測計算式の有効性の検証と適用例 -, 日本建築学会九州支部研究発表会, 2013年3月3日, 大分大学(大分県大分市)

- 23 辻京祐, 富永亨, 藤本一壽, 点音源モデルに基づく戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測計算法 - その1 予測計算法の構築 -, 日本建築学会九州支部研究発表会, 2013年3月3日, 大分大学(大分県大分市)
- 24 高村勇介, 平栗靖浩, 大嶋拓也, 藤本一壽, 数値地図の精度が沿道の騒音推計結果に及ぼす影響 - 新潟市における測量調査結果 -, 日本建築学会九州支部研究発表会, 2013年3月3日, 大分大学(大分県大分市)
- 25 藤本一壽, 辻京祐, 富永亨, 平面道路に面する地域における戸建て住宅群による道路交通騒音減衰量の予測法 - 点音源モデルの予測式 -, 日本音響学会騒音・振動研究会, 2013年3月1日, 新潟大学(新潟県新潟市)

〔図書〕(計1件)

藤本一壽, 一般社団法人日本音響学会, 第20回音響技術セミナー資料 道路交通騒音の予測モデル “ASJ RTN-Model-2013”の解説と手引き 第6章, 2014, 275(161-181)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

<http://faal.jp>(ただし、研究代表者 藤本一壽の九州大学退職に伴って2015年3月末に閉鎖)

6. 研究組織

(1)研究代表者

藤本 一壽 (FUJIMOTO, Kazutoshi)

九州大学・大学院人間環境学研究院・教授

研究者番号: 90112309

(2)研究分担者

平栗 靖浩 (HIRAGURI, Yasuhiro)

徳山工業高等専門学校・土木建築工学科・

助教

研究者番号: 90457416