

# 伊豆山地区の多重圧送方式 による管路施設に関する研究

## 1. 研究の背景と目的

伊豆山地区の汚水は、伊豆山浜中継ポンプ場から、伊豆山浜幹線（上流部は圧送管，下流部は自然流下管となっている）により熱海市浄水管理センターへ流入する計画となっている。圧送管は海岸沿の熱海ビーチライン（道路運送法による有料道路）をとおり、圧送延長は約2,000m、圧送管径350mm（ダクタイル鋳鉄管）にて施工され、平成15年度に供用開始を予定している。

本研究の対象地区である熱海ビーチラインと国道135号線に挟まれた地区は、高低差50m程度の急斜面となっており、この地区には住宅、別荘、ホテル、病院等が立ち並んでいる。

本研究は、当該地区から発生する汚水を多重圧送の技術により公共下水道へ流入させる管路施設計画の立案を目的とする。

## 2. 研究体制

本研究は、(財)下水道新技術推進機構と熱海市公営企業部下水道課が共同で実施した。

## 3. 研究内容

### 3.1 基礎調査

### 3.2 計画汚水量

### 3.3 集約ブロックの検討

### 3.4 収集方式の検討

## 4. 対象区域

### 4.1 対象区域の概要

対象区域は、熱海市の東端に位置し、国道135号線と熱海ビーチラインに挟まれた区域である。面積は11.30haであり、高低差約50m程度の急傾斜地となっているが、熱海市の中でも住宅や別荘、ホテル等が集中して立ち並んでいる区域である。代表的な施設としては、水葉亭、国際医療福祉大学付属熱海病院、SUNホテルリゾートピア熱海等がある。図-1に対象区域を示す。

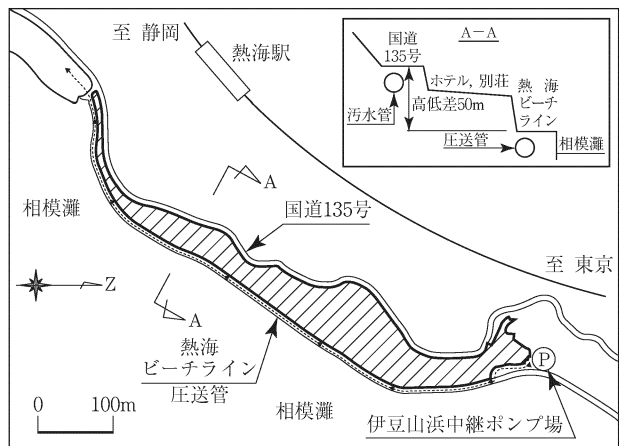


図-1 対象区域

## 4.2 集水ブロックの設定

集水ブロックの設定について、個別圧送方式（国道135号線へ接続）、多重圧送方式（伊豆山浜中継ポンプ場からの圧送管へ接続）の検討を行うために、計画区域を13のブロックに分割する（図-5参照）。ブロックを分割するにあたっての経緯を表-1に示す。

表-1 ブロック分割の経緯

No.	ブロック分割の経緯
1~6 8, 13	ブロック内に公道がないため、それぞれ単独ブロックとする。
7-1 7-2	ブロック内に市道があるため、自然流下管により集水可能。また、各最低地点に人孔内ポンプが必要となるため、集水系統により分割する。
9 11	ブロック内の道路は私有地であるが、ガス管が埋設されているため、下水道管も占用可能と判断する。また、各最低地点に人孔内ポンプが必要となるため、集水系統により分割する。
10 12	既設下水道管に接続済みであるため、10については7-2から、12については13から分割する。

## 5. 研究成果

### 5.1 基礎調査

#### 5.1.1 都市計画の概要

都市計画は、熱海国際観光温泉文化都市建設計画として、用途地域の指定がなされている。

また、対象区域は、住居系10.20ha、商業系1.10haの合計11.30haであり、全域用途地域に指定されている。

#### 5.1.2 下水道計画の概要

##### (1) 熱海市下水道全体計画概要

下水道計画は、熱海市公共下水道計画として、昭和26年1月に管渠の認可を受けて下水道整備を進め、平成14年3月に基本計画を見直し、今日に至っている。

##### (2) 伊豆山浜中継ポンプ場の概要

伊豆山浜中継ポンプ場の計画汚水量は以下のとおりである。表-2に伊豆山浜中継ポンプ場の計画と整備状況を示す。

計画区域面積：210ha  
 日平均汚水量：5,342m<sup>3</sup>/日  
 日最大汚水量：6,601m<sup>3</sup>/日  
 時間最大汚水量：9,618m<sup>3</sup>/日

表-2 伊豆山浜中継ポンプ場の計画と整備状況

	全体計画		認可計画		既設
	新	旧	新	旧	
計画時間最大汚水量 (m <sup>3</sup> /分)	6.68	9.72	4.72	5.56	2.5
ポンプ仕様	φ150×4台 内1台予備	φ150×2台 φ200×2台 内1台予備	φ150×4台 内1台予備	φ150×2台 φ200×2台 内1台予備	φ150×2台 内1台予備

##### (3) 対象区域における計画汚水量

基本計画における対象区域の汚水量は、以下のとおりとなる。

日平均汚水量：554 m<sup>3</sup>/日

日最大汚水量：709 m<sup>3</sup>/日

時間最大汚水量：1,090 m<sup>3</sup>/日

##### (4) 対象区域の下水道整備状況

対象区域の下水道整備状況としては、下水道台帳図の調査より国道135号線に熱海分区田原系統（φ200～400）が布設され、供用開始している。また、同じ国道に伊豆山分区逢初川幹線系統（φ200）が布設済み（未供用）である。私道である熱海ビーチラインには、伊豆山浜中継ポンプ場の圧送管（φ350, 1,989m）が埋設され、平成15年6月には中継ポンプ場とともに供用開始予定である。さらに、対象区域の下水本管接続状況としては、国道135号線に隣接している箇所については、接続済みもしくは取付管が設置されており、接続可能である。

##### (5) 上水道・温泉給水実績

平成5年3月には、「新熱海総合計画」に基づく事業経営の変更がなされ、計画目標年次：平成15年度、計画給水人口：61,000人、計画給水量：一日120,000m<sup>3</sup>の認可を取得している。

平成13年度の集水者別給水実績より、本計画区域はリゾートマンション、観光ホテル等の観光施設が多いことから、月別給水量では観光シーズンである秋期に最大値を示している。

平成13年現在で源泉数は548カ所、総湧出量は17,869 l/分となっている。対象区域においても、8カ所の源泉が確認されており、一カ所あたりの湧出量は平均78 l/分となっている。

##### (6) 地下埋設物調査

国道135号線にはNTTケーブル、電力ケーブル、ガス中圧管、水道管（φ200以上）等の移設が困難

な物件が錯綜している。一方、市道にはガス、水道の枝管のみであり、支障となる物件については本調査では無いと判断できる。また、温泉給水管については、埋設位置、管口径、死管等の資料は調査不明である。

#### (7) 公団・公私道調査

対象区域の道路状況として、公道は、国道135号線の他に7-1, 7-2ブロックの市道のみである。そのほかの道路については、熱海ビーチラインを含めてすべて私有地である。

#### (8) 開発計画調査

対象区域の開発計画としては、国際医療福祉大学附属病院の増築計画（6ブロック）およびリゾートマンション計画（7-1ブロック）がある。

## 5.2 計画汚水量

### 5.2.1 計画汚水量の算定

集水ブロックの計画汚水量は、基本計画と同じように給水実績を観光を含む生活・営業汚水、温泉湧出量を温泉排水として算定する。

$$\begin{aligned} \text{計画汚水量} &= \text{観光を含む生活・営業汚水} + \\ &\quad \text{温泉排水} + \text{地下水} \\ &= (\text{給水実績}) + (\text{温泉湧出量}) \\ &\quad + (\text{日最大汚水量の1割}) \end{aligned}$$

### 5.2.2 観光を含む生活・営業汚水量

観光を含む生活・営業汚水量の算定は、平成13年度の給水者別給水実績（観光、生活、営業含む）より月別最大給水量を日最大汚水量として算定する。日平均汚水量は、月別平均給水量とし、時間最大汚水量は基本計画より日最大汚水量の1.5倍とした。

また、開発計画における計画汚水量について、国際医療福祉大学附属病院は、計画後の時間排水量30.4m<sup>3</sup>/時を採用した。リゾートマンション計画は開発計画が不明であるため、計画区域内のブロック4,5,8に立地する既立地リゾートマンションの給水実績の平均値を採用した。

### 5.2.3 温泉排水量

温泉排水量は、温泉湧出量実績値より算定するが、ブロック毎に源泉がないため、源泉がないブロックは、近隣の源泉が配水されていると仮定して設定した。なお、湧出量の配分は、給水実績の比率により行った。変動率は、基本計画により日平均：日最大：時間最大＝1：1：1とした。

### 5.2.4 地下水量

地下水量は、基本計画より日最大汚水量の1割を見込むものとした。

### 5.2.5 計画汚水量

計画汚水量は、将来については変動がないものとして、現況の実績を積み上げた値を採用した。結果、対象区域の計画汚水量は時間最大で3,442m<sup>3</sup>/日となった。基本計画汚水量は1,090m<sup>3</sup>/日であるが、こちらは面積配分で算出した値であり、算出方法の違いがこのような差になったと考えられる。表-3にブロック別計画汚水量と基本計画値を示す。

表-3 ブロック別計画汚水量

ブロック No.	時間最大計画汚水量 (本計画値) m <sup>3</sup> /日	ブロック別面積 ha	時間最大計画汚水量 (基本計画値) m <sup>3</sup> /日
1	8.0	0.06	5.8
2	2.9	0.09	8.7
3	4.1	0.07	6.8
4	182.5	0.32	30.9
5	543.6	0.78	75.2
6	802.6	2.09	201.6
7-1	434.8	2.43	234.4
7-2	49.8	1.49	143.7
8	206.7	0.30	28.9
9	442.3	0.74	71.4
10	21.4	0.09	8.7
11	250.9	0.76	73.3
12	3.2	0.22	21.2
13	489.5	1.86	179.4
合計	3,442.2	11.30	1,090.0

## 5.3 集約ブロックの検討

### 5.3.1 用語の定義

本検討で使用する用語を以下のように定義する。

- ・集水ブロック：1～13の個別ブロック
- ・集約ブロック：集水ブロックを集約したブロック
- ・集水管：集水ブロック内の汚水を集水するための自然流下管（地形によっては人孔内ポンプが必要）であり、接続管へ流入する
- ・圧送管：伊豆山浜中継ポンプ場からの圧送管φ350
- ・接続管：集水管にて集水された汚水を圧送管へ接続する施設（ポンプ設備も含む）

### 5.3.2 各集水ブロックの接続先の検討

各集水ブロックの現状把握および問題点について、個別圧送方式（国道135号線へ接続）、多重圧送方式（伊豆山浜中継ポンプ場からの圧送管へ接続）の観点から整理し、国道135号とビーチライン圧送管にそれぞれ接続した場合の評価を経済性と施工性の観点から行う。表-4に各集水ブロックの接続先の評価を示す。

表-4 各集水ブロックの接続先の評価

ブロックNo.	接続先		評価	
	国道	圧送管	経済性	施工性
1	○接続済み	-	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。	-
2	○可能	困難	国道接続および圧送管接続とも同等である。	圧送管接続は伏越管の構造へ悪影響を及ぼす可能性がある。
3	○接続済み	-	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。	-
4	○接続済み	-	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。	-
5	○接続済み	-	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。	-
6	可能	○可能	圧送管接続の方が国道接続より管延長が短く経済的である。	圧送管が車道部以外に占用しており、工事用地が確保可能。
7-1	○可能	可能	圧送管接続の方が国道接続より管延長が短く経済的である。	圧送管が車道部以外に占用しており、工事用地が確保可能。7-2と集約できれば圧送管接続が有利。
7-2	可能	○可能	圧送管接続の方が国道接続より管延長が短く経済的である。	工事用地が車道部となる。
8	困難	○可能	圧送管接続の方が国道接続より管延長が短く経済的である。	既設浄化槽がビーチライン脇にあるため、国道接続は困難。
9	可能	○可能	国道接続および圧送管接続とも同等である。	8へ集約できれば圧送管接続が有利。
10	○接続済み	-	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。	-
11	可能	○可能	国道接続および圧送管接続とも同等である。	8へ集約できれば圧送管接続が有利。
12	○接続済み	-	送管接続は新設のため経済性に劣る。	-
13	○可能	困難	圧送管接続は施工的に経済性が劣る。	圧送管接続は急傾斜地のため困難である。

5.3.3 ブロックの集約

集水ブロックの現況整理より、多重圧送する場合において、集水ブロックの集約の可能性を検討する。表-5に多重圧送検討におけるブロック集約の検討結果を示す。集約ブロックは、ブロック7-1、7-2およびブロック8、9、11の2カ所が可能と考えられる。

表-5 多重圧送検討におけるブロック集約の検討

No.	接続先	コメント
1	国道	現状どおり（既設管接続）
2	国道	漁港内を占用することが難しい
3	国道	漁港内を占用することが難しい
4	国道	集水管の占用スペースがない
5	国道	病院（ブロック6）の集水桝に自然流下では接続不可能
6	圧送管	増築工事中であり、排水システムによっては自然流下も可能
7-1 7-2	圧送管	集約した場合、自然流下で接続できるため、個別に接続するよりも経済性に優れる
8 9 11	圧送管	集約した場合、自然流下で接続できるため、個別に接続するよりも経済性に優れる
10	国道	現状どおり（既設管接続）
12	国道	現状どおり（既設管接続）
13	国道	急傾斜のため施工が困難

5.4 収集方式の検討

5.4.1 多重圧送の検討

(1) 検討対象ブロック

圧送管に接続する集約ブロックは、検討結果よりブロック6、7-1+7-2、8+9+11の3ブロックとする。集約ブロックの計画汚水量を表-6に示す。

表-6 集約ブロックの計画汚水量

ブロック	計画汚水量（時間最大）		
	m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /分	m <sup>3</sup> /秒
6	802.6	0.557	0.0093
7-1+7-2	484.6	0.337	0.0056
8+9+11	899.9	0.625	0.0104
合計	2,187.1	1,519	0.0253

(2) 伊豆山浜中継ポンプ場の送水量

伊豆山浜中継ポンプ場からの送水量（計画汚水量）について、基本計画を見直した汚水量とする場合と、基本計画におけるポンプ能力とする場合の2ケースを設定して検討する。

【ケース1：基本計画を見直した汚水量とする場合】

5.1.2に示した基本計画における伊豆山浜中継ポンプ場の計画汚水量9,618m<sup>3</sup>/日は、今回の対象区域全体からの汚水量も見込んでいた。しかし、今回の

研究で、対象区域の計画汚水量は3,442m<sup>3</sup>/日と算定した。また、このうち、実際にポンプ場へ送られる汚水量は、既設下水道管の布設状況から伊豆山分区逢初川幹線系統に流入するブロック13の489m<sup>3</sup>/日のみである。したがって、ケース1におけるポンプ場からの送水量は、次のとおりとする。

$$\begin{aligned} \text{送水量} &= \text{全体計画汚水量} - \text{対象区域計画汚水量} \\ &\quad + \text{ブロック13汚水量} \\ &= 9,618 \text{ m}^3/\text{日} - 3,442 \text{ m}^3/\text{日} + 489 \text{ m}^3/\text{日} \\ &= 6,665 \text{ m}^3/\text{日} = 4.63 \text{ m}^3/\text{分} \\ &= \boxed{0.0771 \text{ m}^3/\text{秒}} \end{aligned}$$

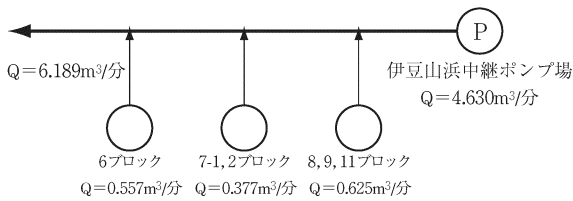


図-2 ケース1汚水量

【ケース2：基本計画のポンプ能力とする場合】  
伊豆山浜中継ポンプ場の基本計画でのポンプ能力は、次のとおりである。  
・φ150×2.5m<sup>3</sup>/分×2台（内予備1台）＝既設  
・φ150×2.1m<sup>3</sup>/分×2台＝計画  
したがって、ケース2におけるポンプ場からの送

水量は、次のとおりとする。  
送水量 = 2.5 m<sup>3</sup>/分 × 1台 + 2.1 m<sup>3</sup>/分 × 2台  
= 6.70 m<sup>3</sup>/分 = 9,648 m<sup>3</sup>/日  
=  $\boxed{0.1117 \text{ m}^3/\text{秒}}$

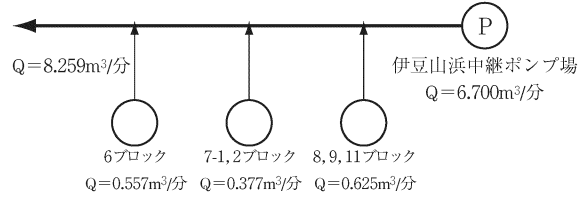


図-3 ケース2汚水量

#### 5.4.2 圧送管の損失計算

ヘーゼン・ウィリアム式を用いて計算する。

$$\Delta h = 10.666 \times (Q/110)^{1.85} \times D^{-4.87} \times L$$

ここにQ：流量 (m<sup>3</sup>/秒), D：管径 (m), L：延長 (m)

また、伊豆山浜中継ポンプ場での損失は、  
実揚程2.20m + ポンプ廻り損失2.50m =  $\boxed{4.70 \text{ m}}$

となる。

#### 5.4.3 ケース別圧送管の動水勾配

各ケースの損失計算を行い、各ブロックでの圧送管動水位勾配を図-4に示す。これより、ケース1はケース2に比べポンプ場での動水位が5.8m程低くなる。また、7-2では、多重圧送を計画する場

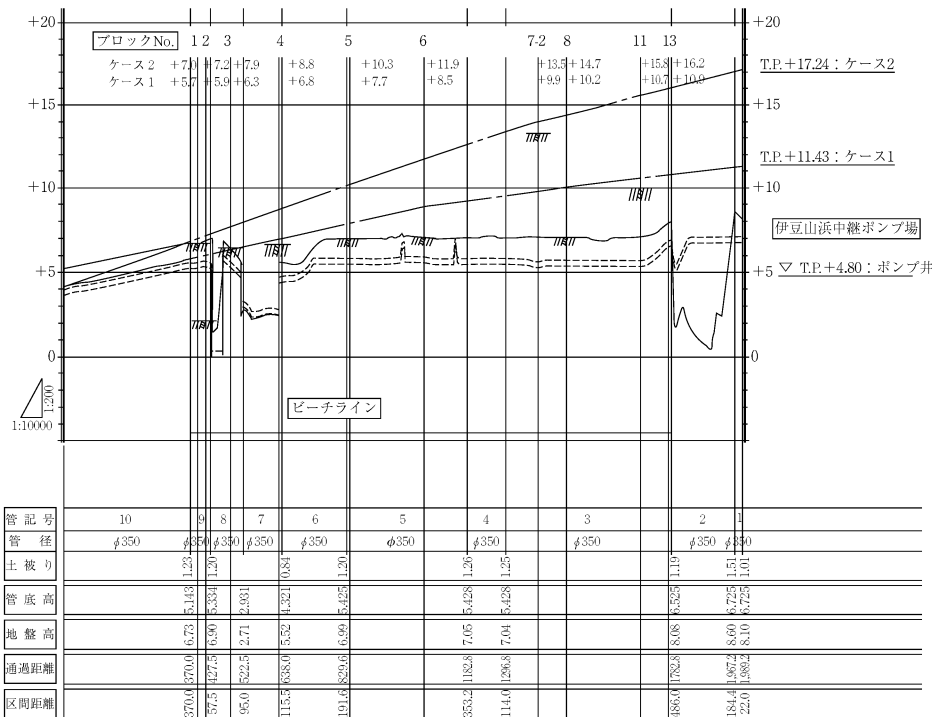


図-4 圧送管動水位勾配縦断面

合、ケース1は地盤高が動水位より高いため自然流下で圧送管接続が可能だが、ケース2は地盤高が動水位より低いいためポンプ圧送となる。

## 6. まとめ

対象区域のブロック別接続方式を表-7に、集水ブロックと接続先を図-5に示す。

これらの結果より、ブロック6、7-1+7-2、8+9+11の3カ所については、各集約ブロックで汚水を集水し、圧送管へ接続する方が有利である。

しかも、ブロック7-1+7-2については、最終人孔の設置高さを考慮すれば、圧送管へ自然流下で接続が可能となり、多重圧送を行わないことから、経済的にもさらに有利であるといえる。

ただし、課題として、圧送管へ自然流下形式で接続し自然開放とする際、硫化水素が原因で悪臭の発生、コンクリート構造物の腐食等が懸念される。空気注入システム、塩化第二鉄注入システム、下水道圧送管路クリーニングシステム等の圧送管における対策を検討する必要がある。

また、本研究でのブロック地盤高は、地形図、下水道台帳図等から推定した。設計・施工にあたっては、測量により正確な高さを把握し、再度、多重圧送方式、接続方式等の検討を行う必要がある。

国道へポンプ圧送する場合、人孔内ポンプは高揚程となるため、フライホイール付きのポンプを設置する。人孔形状については詳細な検討が必要である。

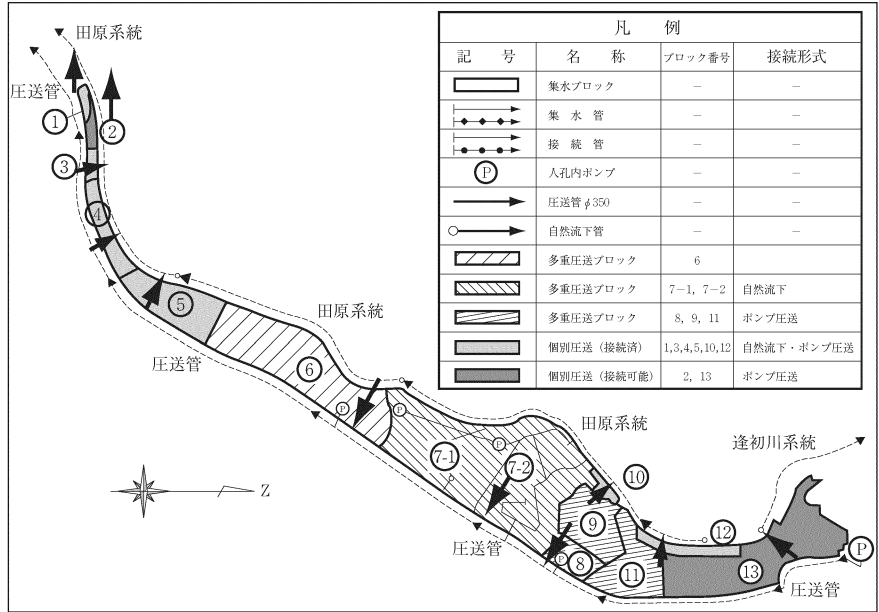


図-5 集水ブロックと接続先

表-7 ブロック別接続方式

ブロック No.	計画汚水量 m <sup>3</sup> /日	下水道整備状況	接続先	接続形式	接続先選定理由
1	8	整備済み	国道	自然流下	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。
2	3	未整備	国道	ポンプ圧送	圧送管接続は水管橋の構造へ影響を及ぼす可能性有り。
3	4	整備済み	国道	ポンプ圧送	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。
4	183	整備済み	国道	ポンプ圧送	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。
5	544	整備済み	国道	ポンプ圧送	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。
6	803	未整備	圧送管	自然流下 ポンプ圧送	圧送管接続の方が国道接続より管延長が短く経済的。
7-1 7-2	485	未整備	圧送管	自然流下	圧送管接続の方が国道接続より管延長が短く経済的。
8, 9, 11	900	未整備	圧送管	ポンプ圧送	圧送管接続の方が国道接続より管延長が短く経済的。
10	21	整備済み	国道	自然流下	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。
12	3	整備済み	国道	自然流下	圧送管接続は新設のため経済性に劣る。
13	490	整備済み	国道	ポンプ圧送	圧送管接続は急傾斜地のため困難。
計	3,442				

●この研究を行ったのは

- 研究第二部長
- 研究第二部主任研究員
- 研究第二部主任研究員
- 研究第二部研究員

- 高相 恒人
- 松田 博希
- 大久保 榮一
- 鎌田 浩三

●この研究に関するお問い合わせは

- 研究第二部長
- 研究第二部主任研究員
- 研究第二部研究員

- 高相 恒人
- 松田 博希
- 鎌田 浩三