



2022年8月29日 16:00~18:30

## C [計画・設計] ・ [論文]

C Planning, Design, Essay

- (1) すべての解答用紙と下書用紙の所定の欄に、問題番号、受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。  
Write the question number and your examinee number in the specified place of all answer sheets and draft sheets. Do not write your name.
- (2) 都市環境工学専攻分野を志望する者は、C-1 を選択し、該当する解答用紙に解答しなさい。  
Those who apply to the Urban Environmental Engineering should choose and answer question C-1.
- (3) 都市計画専攻分野を志望する者は、C-2、C-3 からいずれか1問を選択し、該当する解答用紙に解答しなさい。  
Those who apply to the Urban Planning should choose and answer one question from C-2 to C-3.
- (4) 配布された解答用紙のみを使用すること。追加は認められない。  
Answer only in the distributed answer sheets. The use of additional sheets is not allowed.
- (5) (オンライン受験者のみ) 問題ファイル(このファイル)は、答案アップロード終了後、指示に従い削除すること。削除していないことが判明した場合には不正行為となることがある。  
(For online examinees only) After uploading your answer sheets, delete the question booklet file (this file) as indicated by the proctor. Not following this instruction will be regarded as misconduct.
- (6) (オンライン受験者のみ) 解答終了後は監督者の指示に従い、選択した問題の答案のみをアップロードすること。  
(For online examinees only) Upload only the answer sheets of the chosen question following the instruction.
- (7) (オンライン受験者のみ) 問題のスクロールと拡大縮小のため、パソコンのマウスやトラックパッドの使用は認めるが、キーボードには触れてはならない。  
(For online examinees only) Note that using a mouse or trackpad is allowed but touching a keyboard is prohibited.

C-1 計画・設計・論文  
(専攻分野：都市環境工学)

C-1 Planning, Design and Essay  
(Major field of study: Urban Environmental  
Engineering)

## C-1 計画・設計・論文

### 問題1

R川の集水域に位置する2つの地区(A地区およびB地区)がある。A地区は合流式下水道が、B地区は分流式下水道が整備されており、それぞれ1つの終末処理場(A地区はS処理場、B地区はT処理場)を有し、処理水をR川へと放流している。今後、S処理場を廃止して、A地区の下水をT処理場へ送水して処理することを検討している。これに関連して、以下の問いに答えなさい。

必要に応じ、表1～表8の値を用いなさい。必要なデータが提供されていない場合は、適宜、自分で設定しなさい。計算問題は必ず導出過程を記述すること。

- (1) 「下水」と「汚水」と「雨水」の関係を簡潔に説明しなさい。
- (2) 図1はS処理場での過去の晴天日における流入下水流量の時刻別平均値である。また、過去の実績より、年間の晴天日のうち下水量が最大となった日の下水量は、年間の晴天日の平均的な1日の下水量の $\frac{4}{3}$ 倍であった。T処理場での下水の受け入れを検討する上で必要となる以下の(a)～(c)の値を求めなさい。
  - (a) 計画1日平均汚水量 ( $Q_1$ )
  - (b) 計画1日最大汚水量 ( $Q_2$ )
  - (c) 計画時間最大汚水量 ( $Q_3$ )
- (3) A地区の下水には工場排水や畜産排水は流入しておらず、観光汚水による影響も無視できる。ただし、晴天時の流入下水量の1割は地下水由来であることが分かっている。また、晴天時の下水水質は時刻に関わらず表2の通りであった。以下の(a)、(b)の値を推算しなさい。
  - (a) 1人1日あたりの生活用水量 ( $L/\text{人} \cdot \text{d}$ )
  - (b) 生活污水に由来する1人1日あたりのSSおよびBODの汚濁負荷量原単位 ( $\text{g}/\text{人} \cdot \text{d}$ )

現在、A 地区の下水道には、S 処理場の直前に 1 つだけ雨水吐がある。この雨水吐では、雨天時に集められた下水のうち計画時間最大汚水量 ( $Q$  とする) の 3 倍 ( $3Q$ ) までの下水が遮集されて S 処理場へと送られるが、 $3Q$  を超えた分の下水は雨水吐から R 川へ直接放流される。S 処理場に送られた  $3Q$  の下水のうち、 $1Q$  までは通常の水処理を経て R 川へと放流されるが、残りの  $2Q$  は簡易処理を行ったあと R 川へと放流される。

ここで、図 2 のハイトグラフで示される仮想的な降雨  $I$  を考える。降雨  $I$  の影響により雨水吐において下水流量の増加がみられる期間を  $K$  とする。

- (4) A 地区の下水道整備区域において、雨水吐までの最大流達時間は 20 min である。期間  $K$  の長さ (min) および降雨  $I$  に伴い流入する総雨水量 ( $m^3$ ) を求めなさい。
  - (5) 期間  $K$  の間に雨水吐に流入する下水流量の時間変化を、合理式の考え方に基づいて図示しなさい。横軸を時刻、縦軸を流量 ( $m^3/h$ ) とすること。
  - (6) 期間  $K$  の間に排出される以下の(a)~(c)の量を推算しなさい。簡略化のため①の仮定を置いてよい。 $Q$  には(2)で求めた  $Q_3$  の値を用いなさい。
    - (a) S 処理場で通常の水処理後に R 川へと放流される BOD 負荷量
    - (b) S 処理場で簡易処理後に R 川へと放流される BOD 負荷量
    - (c) 雨水吐から直接 R 川へと放流される BOD 負荷量
- ① 期間  $K$  の間の下水水質は、期間  $K$  の間の総流入汚濁負荷量を期間  $K$  の間の総下水量で割った値で近似する

T 処理場では、A 地区から受け入れる下水を処理するための標準活性汚泥法の水処理系列を新設する必要がある。また処理に伴い発生した汚泥は、T 処理場にある既設の汚泥処理施設での濃縮・脱水後に焼却する。

水処理工程の中で反応タンクにおける物質収支を、反応タンクを 1 槽の完全混合槽としたモデルで考える (図 3、式①～式③)。また、S 処理場および T 処理場での汚泥焼却に関する情報は表 5 の通りである。

- (7) 反応タンクにおける水理的滞留時間を $\tau$ 、固形物滞留時間を $\theta$ と表記する。 $\tau$ と $\theta$ の定義を図 3 の中の記号を用いてそれぞれ表しなさい。
- (8) 反応タンクにおける標準的な水理的滞留時間および MLSS 濃度を設定し、定常状態における以下の(a)、(b)の値を求めなさい。なお、反応タンク流入水の BOD 濃度と比べて処理水の BOD 濃度は十分に小さいと考えてよい。
- (a) 処理水の BOD 濃度 (mg/L)
- (b) 余剰汚泥発生量 (kg/d)
- (9) 1 kg-DS 相当の含水率 80%の脱水汚泥 (DS は dry solid、固形分を意味する) と 1 kg-DS 相当の含水率 75%の脱水汚泥の湿重量 (kg) をそれぞれ答えなさい。
- (10) 表 5 の (ア) に入る値を以下の(a)、(b)に基づいて算出なさい。
- (a) 焼却温度を 10°C 上昇させるには汚泥の固形分 1 kg あたり 0.005 L の重油が追加で必要となる
- (b) 投入する水分量が変化すると、変化した水分の気化と昇温に必要な熱量に相当する補助燃料の投入量に変化する
- (11) A 地区由来の下水の処理に伴って発生する汚泥量 (kg-DS/year) を見積もりなさい。それを全量焼却するとして、T 処理場での低含水率化と高温焼却により S 処理場で焼却する場合と比べて温室効果ガスの年間排出量がどう変化するか、その変化量 (kg-CO<sub>2</sub>/year) を計算しなさい。

## 問題 2

日本政府は 2050 年までにカーボンニュートラル社会を実現するという目標を定めた。具体的にどのようにその目標を達成してゆけば良いか、1) 産業部門、2) 民生部門、3) 運輸部門に分けて、その方策を答案用紙 1 頁以内で述べなさい。

## 問題 3

暑熱環境の悪化は特に夏期に多くの問題を生じ、特に都市においてはその問題は顕著に表れる。開発途上国の大都市における暑熱環境の悪化の主な原因を挙げ、その対策案を答案用紙 1 頁以内で書きなさい。

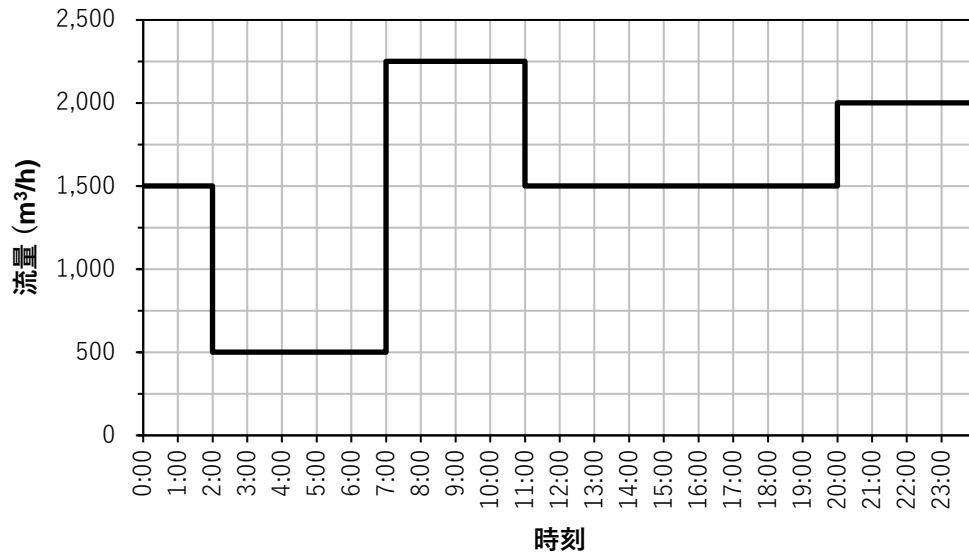


図1 S 処理場での晴天日における流入下水流量

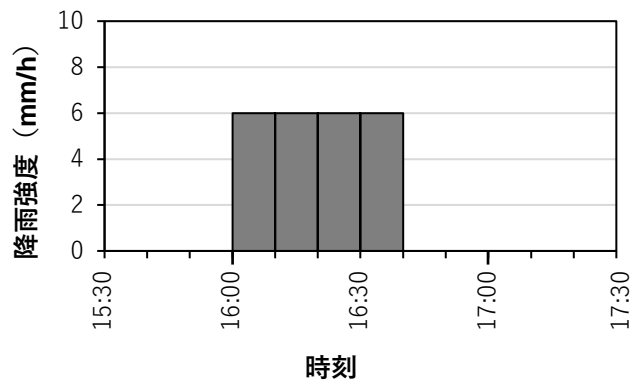
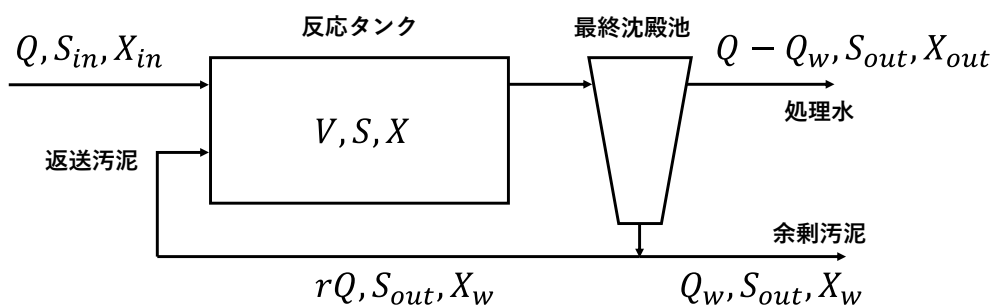


図2 降雨Iのハイトグラフ



$$V \frac{dX}{dt} = rQX_w - (1+r)QX - Q_wX_w + \mu XV - bXV \quad \dots \text{式①}$$

$$V \frac{dS}{dt} = Q(S_{in} - S) - \frac{1}{Y}\mu XV \quad \dots \text{式②}$$

$$\mu = \mu_{max} \frac{S}{K_S + S} \quad \dots \text{式③}$$

| パラメータ          | 記号          | 単位                  | 設定値 <sup>a</sup> |
|----------------|-------------|---------------------|------------------|
| 反応タンク有効容積      | $V$         | [m <sup>3</sup> ]   | —                |
| 流入水量           | $Q$         | [m <sup>3</sup> /d] | —                |
| 余剰汚泥引き抜き流量     | $Q_w$       | [m <sup>3</sup> /d] | —                |
| 反応タンク流入 BOD 濃度 | $S_{in}$    | [mg/L]              | —                |
| 反応タンク内 BOD 濃度  | $S$         | [mg/L]              | —                |
| 沈殿池流出 BOD 濃度   | $S_{out}$   | [mg/L]              | $S$ に等しい         |
| 反応タンク流入微生物濃度   | $X_{in}$    | [mgMLSS/L]          | 0                |
| 反応タンク内微生物濃度    | $X$         | [mgMLSS/L]          | —                |
| 沈殿池流出微生物濃度     | $X_{out}$   | [mgMLSS/L]          | 0                |
| 余剰汚泥微生物濃度      | $X_w$       | [mgMLSS/L]          | —                |
| 汚泥返送率          | $r$         | [-]                 | $X/(X_w - X)$    |
| 比増殖速度          | $\mu$       | [1/d]               | —                |
| 死滅速度           | $b$         | [1/d]               | 0.04             |
| 収率             | $Y$         | [gMLSS/g]           | 0.5              |
| 最大比増殖速度定数      | $\mu_{max}$ | [1/d]               | 5                |
| 半飽和定数          | $K_S$       | [mg/L]              | 15               |

<sup>a</sup> “—”は事前の設定がないことを意味する。

図3 活性汚泥法の反応タンクの物質収支モデル



表1 A地区の基礎情報

| 項目               |       | 値       | 単位                 |
|------------------|-------|---------|--------------------|
| 面積               |       | 20      | [km <sup>2</sup> ] |
| 人口               |       | 125,000 | [人]                |
| 水道水供給実績における営業用水率 |       | 0.35    | [-]                |
| 汚水処理人口普及率        |       | 100     | [%]                |
| 内訳               | 下水道   | 80      | [%]                |
|                  | 合併浄化槽 | 20      | [%]                |
| 下水道整備区域面積        |       | 10      | [km <sup>2</sup> ] |
| 内訳               | 商業地   | 25      | [%]                |
|                  | 住宅地   | 75      | [%]                |
| 下水道整備区域外面積       |       | 10      | [km <sup>2</sup> ] |
| 内訳               | 住宅地   | 30      | [%]                |
|                  | 畑地    | 40      | [%]                |
|                  | 森林    | 30      | [%]                |

表2 S処理場の晴天日における流入下水の水質

| 項目  | 値   | 単位     |
|-----|-----|--------|
| SS  | 150 | [mg/L] |
| BOD | 200 | [mg/L] |
| 全窒素 | 30  | [mg/L] |
| 全りん | 4   | [mg/L] |

表3 S処理場におけるBOD除去率

| 処理方式         | 値  | 単位  |
|--------------|----|-----|
| 標準活性汚泥法（晴天時） | 95 | [%] |
| 標準活性汚泥法（雨天時） | 85 | [%] |
| 雨天時簡易処理      | 50 | [%] |

表4 土地利用別流出係数

| 土地利用区分 | 係数  |
|--------|-----|
| 商業地    | 0.8 |
| 住宅地    | 0.4 |
| 畑地     | 0.1 |
| 森林     | 0.2 |

表5 S処理場およびT処理場の汚泥焼却に関する諸元

|                          | S処理場   | T処理場   | 単位 <sup>a</sup>             |
|--------------------------|--------|--------|-----------------------------|
| 脱水汚泥の含水率                 | 80     | 75     | [%]                         |
| 焼却温度                     | 800    | 850    | [°C]                        |
| 電力使用量                    | 0.29   | 0.31   | [kWh/kg-DS]                 |
| 補助燃料（重油）使用量              | 0.120  | (ア)    | [L/kg-DS]                   |
| 焼却に伴うN <sub>2</sub> O発生量 | 0.0076 | 0.0032 | [kg-N <sub>2</sub> O/kg-DS] |

<sup>a</sup> DSは固形物（dry solid）を意味する

表6 水の比熱および気化熱

| 項目     | 値    | 単位         |
|--------|------|------------|
| 比熱（液体） | 4.2  | [J/(g・°C)] |
| 比熱（気体） | 2.0  | [J/(g・°C)] |
| 気化熱    | 2200 | [J/g]      |

表7 低位発熱量

| 項目 | 値  | 単位     |
|----|----|--------|
| 重油 | 36 | [MJ/L] |

表8 CO<sub>2</sub>排出係数と温暖化係数

| 項目                      | 値    | 単位  |
|-------------------------|------|---|
| 排出係数（電力）                | 0.45 | [kg-CO <sub>2</sub> /kWh]                 |
| 排出係数（重油）                | 2.7  | [kg-CO <sub>2</sub> /L]                   |
| 温暖化係数（N <sub>2</sub> O） | 298  | [kg-CO <sub>2</sub> /kg-N <sub>2</sub> O] |



2022年8月29日 16:00~18:30

## C [計画・設計] ・ [論文]

C Planning, Design, Essay

- (8) すべての解答用紙と下書用紙の所定の欄に、問題番号、受験番号を記入しなさい。氏名を記入してはならない。  
Write the question number and your examinee number in the specified place of all answer sheets and draft sheets. Do not write your name.
- (9) 都市環境工学専攻分野を志望する者は、C-1 を選択し、該当する解答用紙に解答しなさい。  
Those who apply to the Urban Environmental Engineering should choose and answer question C-1.
- (10) 都市計画専攻分野を志望する者は、C-2、C-3 からいずれか 1 問を選択し、該当する解答用紙に解答しなさい。  
Those who apply to the Urban Planning should choose and answer one question from C-2 to C-3.
- (11) 配布された解答用紙のみを使用すること。追加は認められない。  
Answer only in the distributed answer sheets. The use of additional sheets is not allowed.
- (12) (オンライン受験者のみ) 問題ファイル (このファイル) は、答案アップロード終了後、指示に従い削除すること。削除していないことが判明した場合には不正行為となることがある。  
(For online examinees only) After uploading your answer sheets, delete the question booklet file (this file) as indicated by the proctor. Not following this instruction will be regarded as misconduct.
- (13) (オンライン受験者のみ) 解答終了後は監督者の指示に従い、選択した問題の答案のみをアップロードすること。  
(For online examinees only) Upload only the answer sheets of the chosen question following the instruction.
- (14) (オンライン受験者のみ) 問題のスクロールと拡大縮小のため、パソコンのマウスやトラックパッドの使用は認めるが、キーボードには触れてはならない。  
(For online examinees only) Note that using a mouse or trackpad is allowed but touching a keyboard is prohibited.

C-2 計画・設計  
(専攻分野：都市計画)

C-2 Planning and Design  
(Major field of study: Urban Planning)

## C—2 計画・設計

図1（「A町の中心市街地再生のための事業方針」）、図2（「街区Xおよび周辺の現況」）を参照しながら、以下の文章をよく読んで、街区X（約2.9ha）の開発計画を提案しなさい。

### ■計画の背景

A町は、大都市都心から70km圏に位置する人口約3万4千人の小さな地方都市である。A町は、風光明媚で知られるB川の扇状地にあたり、古来より交通の要衝であった。現在でも町を東西に横断する近世以来の街道筋沿いには狭い間口の敷地割りと幾つかの歴史的な商家建築が残り、往時の賑わい、町並みを伝えている。町の中心市街地はA駅の南口とこの街道筋を含む一帯である。A駅は大都市都心駅との間を1時間半で結ぶ私鉄路線の終点駅であり、JR地方路線も乗り入れている。A駅の北口には町役場などの公共施設が立地しており、南口とは跨線橋（自由通路）で連結されている。ただし、中心市街地の商業機能は低下しており、人口の社会減も顕著になっている。なお、大手自動車メーカーの大規模工場がA町の郊外、A駅から私鉄路線で2つ目の駅近くに立地している。

A町では、A駅とB川間の回遊性向上、商業の活性化、街なか居住の推進といった中心市街地の課題に応えるため、「A町の中心市街地再生のための事業方針」（図1）に基づき、事業を進めてきた。今回、その一環として、A駅南口の正面にあたり、およそ20年前に町立病院が転出して以降、低未利用であった町有地を中心とした一角である街区Xについて、駅前広場、都市計画道路の開設に合わせた再開発計画を立案することになった。なお、病院跡地の土壌汚染については、考慮しないでよいものとする。

### ■対象地の現況、計画条件及び要求計画図書

「A町の中心市街地再生のための事業方針」（図1）を踏まえ、以下に述べる計画条件のもとで、町民・観光交流施設、防災広場ともなる公園、企業社員寮などを含む、「風光明媚なA町ならではの暮らし」を実現する、周辺市街地と調和した集合住宅街区の開発計画を立案する。

### <対象地・街区 X の現況>

街区 X は平坦である。図 2 のとおり、街区 X は、南側で古くからの街道筋である道路 C に接している。北側は新設の駅前広場（バス停、タクシーバースを含む）に面している。西側は既存道路を拡幅するかたちで都市計画道路 D（幅員 12m、そのうち歩道 3m 分は街区 X に含む）が開通した。東側は既存の道路 E（幅員 4～8m、現況で歩道無し）に接している。街区 X 内では、道路 C に面する明治期に建設された商家である母屋や蔵が一体となっている建造物 F（2 階建て、延べ床面積 1000 m<sup>2</sup>）が文化財として登録されており、今回の開発を機に町が取得し、保存活用を検討している。建造物 F 以外の建物はどれも戦後に建てられたものであるが、老朽化のため取り壊されることになっている。なお道路 C 沿いなどには一部 4 階建ての建物も見られるが、街区の周辺は基本的に 2 階建ての低層住商複合市街地となっている。近年、中心市街地再生事業とは別に、既存商店エリアにおいて、古民家を店舗や宿泊施設にリノベーションする取り組みが幾つか見られるようになっている。

### <計画条件>

#### ・集合住宅

ファミリー向けの住戸大（専有面積 100 m<sup>2</sup>）80 戸

ファミリー向けの住戸中（専有面積 80 m<sup>2</sup>）30 戸

※住宅用の駐車場は、110 台分を街区 X 内に平面駐車場として用意する（機械式は認めない）

#### ・自動車メーカーの社員独身寮（A 町郊外部からの移転） 延床面積 2500 m<sup>2</sup>

#### ・町民・観光交流施設 延床面積 3000 m<sup>2</sup>

※具体的な施設内容については各自で提案する。

※一棟にまとめる必要はない。

※必要に応じて専用駐車場を確保する。

#### ・商業・医療・業務施設 延床面積 1500 m<sup>2</sup>

※必要に応じて専用駐車場を確保する。

#### ・保育園 延床面積 600 m<sup>2</sup>、園庭含む敷地面積 1500 m<sup>2</sup>

※必要に応じて専用駐車場を確保する

#### ・公園・緑地 5000 m<sup>2</sup>程度。

※必要に応じて専用駐車場を確保する

※一ヶ所にまとめる必要はない。

※集合住宅の住民のみが利用する住棟間のオープンスペースとは区別すること。

#### ・駐輪場、ごみ集積場、集会所など集合住宅地に必要なその他のスペースを適宜整備す

る。

<要求計画図書>

・「解答用紙1 街区Xの開発計画（図面、1：1000）」

下記を適切に配置した開発計画を提示すること。なお、解答用紙は縦使いしてもよい。

- (1) 集合住宅（住棟の形態、出入口の位置、階数、住戸タイプ毎の戸数）
- (2) 自動車メーカーの社員独身寮
- (3) 町民・観光交流施設
- (4) 商業・医療・業務施設
- (5) 保育園
- (6) 駐車場（住民用と来街者用は区別する）
- (7) 公園・緑地
- (8) 駐輪場、ごみ集積場、集会所
- (9) 街区内の通路
- (10) その他のオープンスペース
- (11) 植栽

・「解答用紙2 街区Xの開発計画の趣旨・概要（形式自由）」

街区Xの開発計画の趣旨や概要について、テキスト、ダイアグラム、断面図、スケッチ等を用いて説明を加える。

以上。

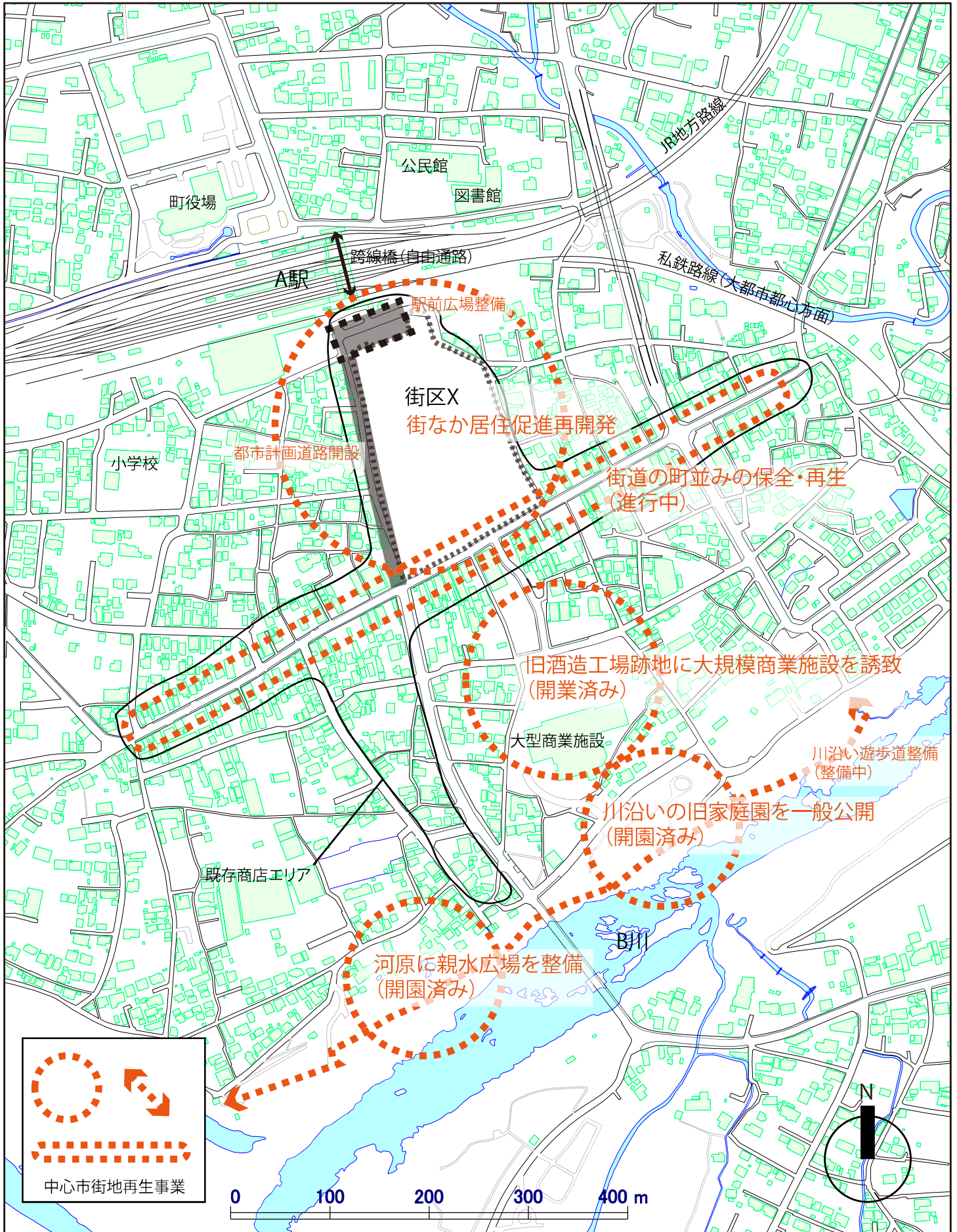


図1 A町の中心市街地再生のための事業方針



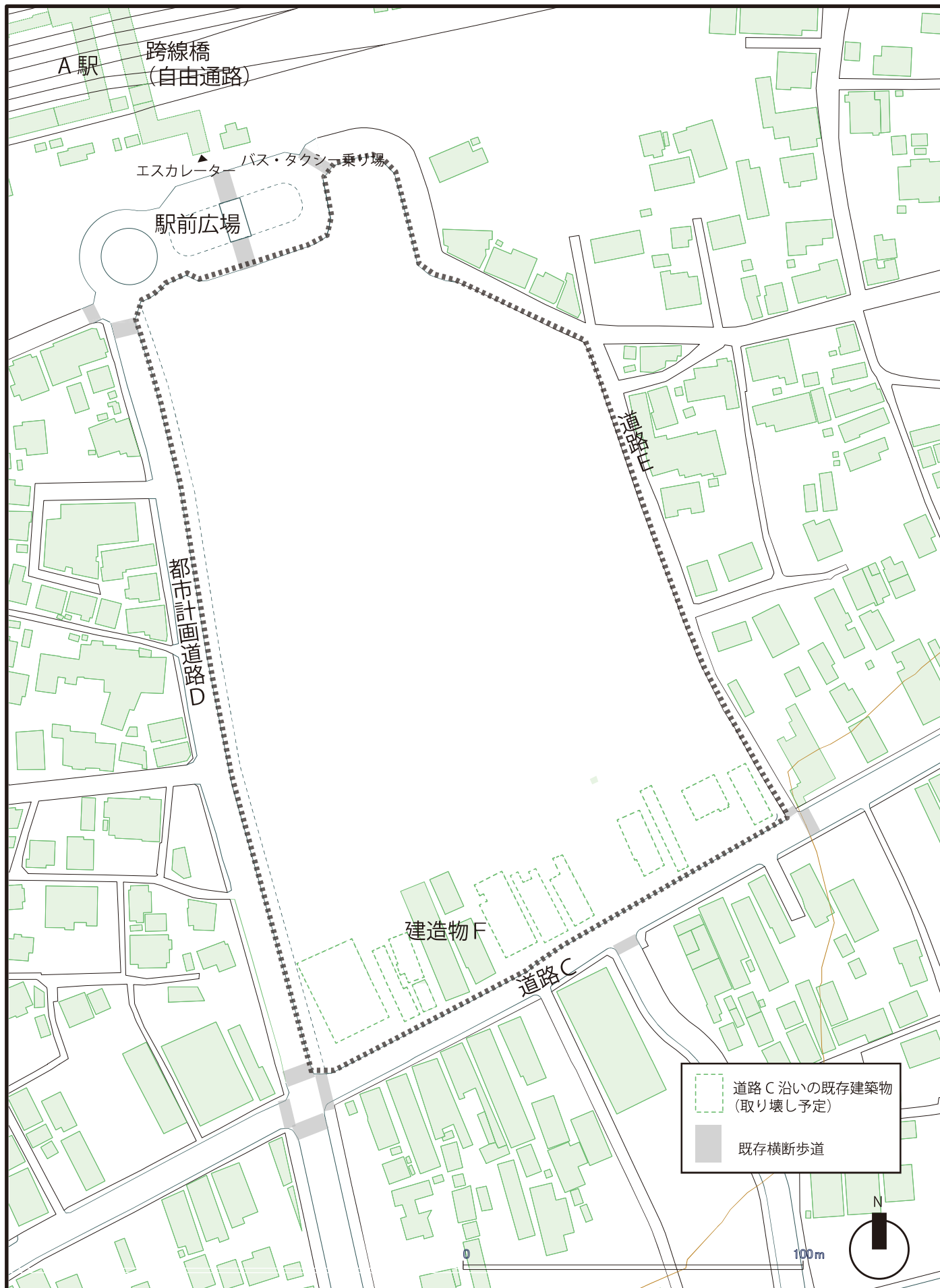


図2 街区Xおよび周辺の現況

C-3 論文  
(専攻分野：都市計画)

C-3 Essay  
(Major field of study: Urban Planning)

### C－3 論文（都市計画）

地球規模の気候変動は既に豪雨・豪雪、猛暑、高潮等を通じて都市や都市生活に直接的な影響を及ぼしており、都市計画関連分野においても気候変動対策が求められている。このことについて、以下の問題に答えなさい。必要に応じて図や表を補助的に用いても良い。

- (1) 一般的に都市計画関連分野において実施可能な気候変動対策を体系的に提示し、それぞれの対策がどのように気候変動に関わる課題の解決に貢献するのか説明しなさい。
- (2) (1)で提示した気候変動対策を日本の人口100万人程度の都市において分野横断的に検討・実施するために、都市の分析、計画、デザイン、マネジメントではどのような取り組みが求められるか、その理由やねらいも含めて、具体的に説明しなさい。