

バイオマス発電所新設に伴う 環境保全対策について

2020年9月7日

出光興産株式会社

徳山事業所

1. 事業概要
2. 環境影響予測結果のまとめ
3. 大気予測
4. 水質予測
5. 騒音予測
6. 振動予測
7. 結論

1. 事業概要

(3/19)

国内森林資源の 循環利用



【事業目的】

- ◆ 循環型経済の構築と発展
- ◆ 非化石事業拡大への貢献
- ◆ 低炭素社会への貢献



バイオマス発電(※1) による地域貢献 (地産地消、分散型電源)



※1 木くずをペレット状に加工した「木質ペレット」を燃料とした、**カーボンニュートラル**
(CO2量は変化しない) 発電方法

足元では、国産材の供給量は限定的であるため、**輸入材をメイン**としつつ、中長期的には、**国産材へシフト**を進める

1. 事業概要

(4/19)



バイオマス発電所(徳山事業所内)

1. 事業概要

(5/19)

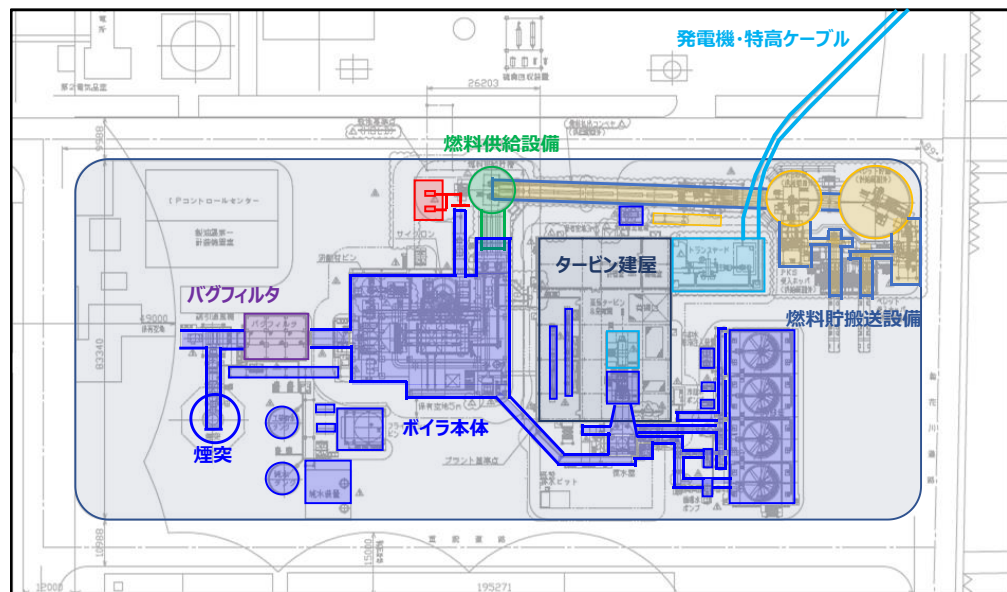
項目	内容
発電出力	5万kW（送電端4.33万kW, 自家消費電力0.67万kW）
年間発電量	約3.5億kWh／年（一般家庭約10万世帯分）
連系電圧	特別高圧（中国電力110kV母線）
発電方式	ボイラ＋蒸気タービン＋発電機 ボイラ：循環流動層（CFB）型 蒸気タービン：単車室軸流排気型復水タービン（屋内式） （復水設備：水冷式） 発電機：屋内全室内冷円筒回転界磁形三相同期発電機
使用燃料	A重油（スタート、停止時のみ使用） 木質ペレット、PKS（東南アジア産） ※ペレット：PKS＝2：1の比率で混焼可能
燃料使用量	約25万t／年
完工時期	2022年6月、試運転期間：5ヶ月
事業期間	運転開始から20年間（FIT期間※）

1. 事業概要

(6/19)

	未利用材 (林地残材)	一般材 (剪定枝)	建築廃材	PKS (パーム椰子殻)	木質ペレット (輸入)
					
熱量※1 (kgあたり) ※1:一般的な熱量	約2,000kcal	約2,000kcal	約3,000kcal	約3,500kcal	約4,300kcal
燃料調達 安定性	安定調達が 難しい	安定調達が 難しい	安定調達が 難しい	契約による	長期契約可 (~10年間)
燃料価格 安定性	価格変動あり	価格変動あり	価格変動あり	安価	価格固定可
貯 蔵	外置き可能	外置き可能	外置き可能	外置き可能	屋内貯蔵 (禁水)
使用燃料					

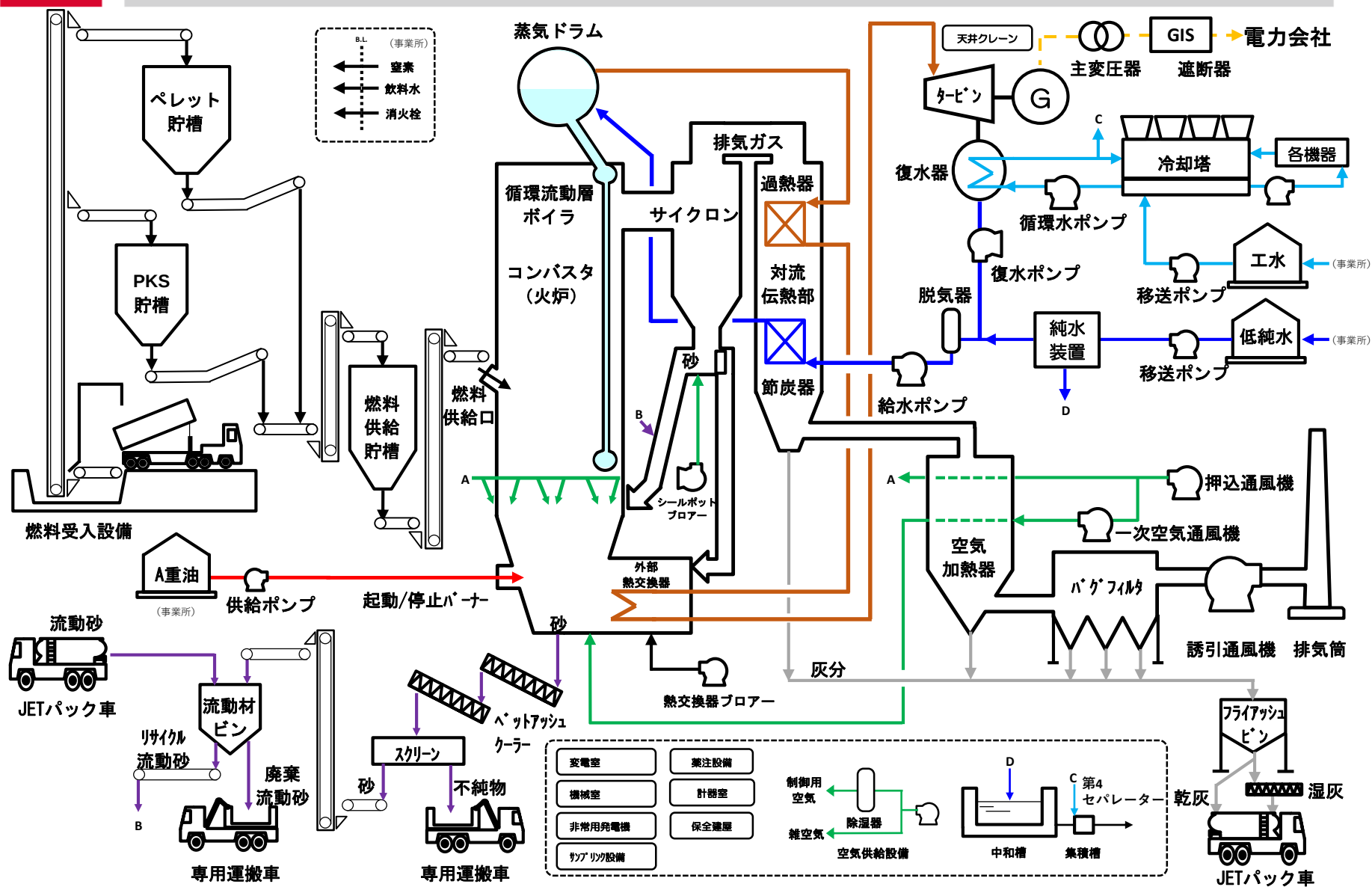
1. 事業概要



機器寸法等の詳細は図-8に示す 

徳山事業所西地区
石油精製で使用していた
遊休地へ建設予定

1. 事業概要



2. 環境影響予測結果まとめ

(9/19)

□ 大気予測

バイオマス発電所新設に伴い、硫黄酸化物、窒素酸化物及びばいじんの排出量は増加する。増加に対する大気拡散影響を予測した結果、一般環境大気測定局における各濃度は**環境基準の範囲内**であり、周辺環境への**影響は非常に軽微**である。

□ 水質予測

バイオマス発電所新設に伴い、徳山湾への放流量、化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質(SS)、全窒素、全リンは増加する。増加に対する水質影響を予測した結果、寄与濃度は非常に小さく現状と同じある。よって、水質は**環境基準の範囲内**であり、水質環境への**影響は非常に軽微**である。

□ 騒音予測

バイオマス発電所新設に伴い、騒音発生源は増加する。出光徳山北側の敷地境界での騒音影響を予測した結果、現状よりも騒音値は高くなるが、**周南市との環境保全協定値の範囲内**であり、生活環境に及ぼす**影響は軽微**である。

□ 振動予測

バイオマス発電所新設に伴い、振動発生源は増加する。出光徳山北側の敷地境界での振動影響を予測した結果、振動値は非常に低く現状と同じである。よって、**周南市との環境保全協定値の範囲内**であり、生活環境に及ぼす**影響はない**。

3. 大気予測

(10/19)

3-1. ばい煙の排出諸元

煙突から排出される硫黄酸化物、窒素酸化物及びばいじんの全量をそれぞれ二酸化硫黄、二酸化窒素及び浮遊粒子状物質として扱った。
ばい煙の緒元を表-1に示す。

※1：窒素酸化物排出濃度は法規値の250ppmを用いた
(推定値：150ppm程度)

表-1. ばい煙の諸元

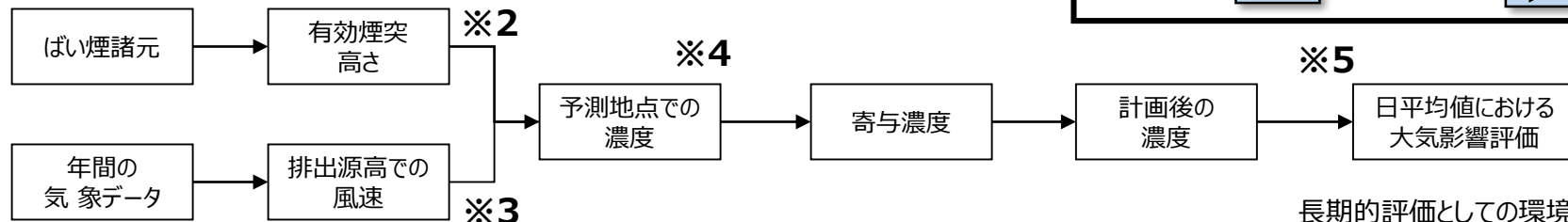
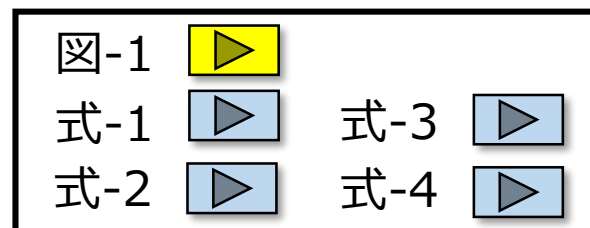
		単 位	計画値
煙 突	高さ	m	59
	口径	m	2.5
排出ガス量	湿り	m ³ _N /h	210,300
煙突出口	ガス温度	℃	173
	ガス速度	m/s	19.4
硫黄酸化物	排出量	m ³ _N /h	4.939
窒素酸化物 ※1	排出量	m ³ _N /h	46.6
ばいじん	排出量	kg/h	5.833

3-2. 予測方法

予測地域：計画地を中心とした半径5kmの範囲内及びその近傍

予測地点：予測地域内にある一般環境大気測定局（図-1）

予測手順：以下に示す予測手順とした



長期的評価としての環境基準値

※2：有効煙突高さ：煙突の実高さと煙突からの排ガスの上昇高さの和とした（式-1）

※3：排出源高さでの風速：べき法則を用いて、排出源高さの風速を算出した（式-2）

※4：予測地点での濃度：拡散計算式（プルーム式、弱風プルーム式及び簡易パフ式）を用いた（式-3）

※5：日平均値：年平均値から日平均値の年間98%値へ換算した（式-4）

3. 大気予測

(11/19)

3-3. 予測結果

本計画の実施による計画地周辺における大気測定局への二酸化硫黄、二酸化窒素及び浮遊粒子状物質の大気拡散予測結果を表-2に示す。

表-2. 二酸化硫黄、二酸化窒素及び浮遊粒子状物質の大気拡散予測結果

単位：ppm

No.	大気測定局名	二酸化硫黄			
		年平均値			日平均値の 2%除外値
		現状	寄与濃度	計画後	
		①	②	③(①+②)	
1	櫛浜小学校	0.003	0.00004	0.00304	0.0067
2	徳山商工高校	0.002	0.00008	0.00208	0.0054
3	周南総合庁舎	0.002	0.00004	0.00204	0.0053
4	浦山送水場	0.003	0.00002	0.00302	0.0067
5	宮の前児童公園	0.001	0.00002	0.00102	0.0039
6	豊井小学校	0.001	0.00001	0.00101	0.0038
7	下松市役所	0.001	0.00002	0.00102	0.0039
8	最大着地濃度 ^(※1)	0.002	0.00015	0.00215	0.0055

単位：ppm

No.	大気測定局名	二酸化窒素			
		年平均値			日平均値の 年間98%値
		現状	寄与濃度	計画後	
		①	②	③(①+②)	
1	櫛浜小学校	0.009	0.00033	0.00933	0.0196
2	徳山商工高校	0.017	0.00074	0.01774	0.0370
3	周南総合庁舎	0.015	0.00034	0.01534	0.0320
4	浦山送水場	0.014	0.00022	0.01422	0.0297
5	宮の前児童公園	0.012	0.00016	0.01216	0.0254
6	豊井小学校	0.011	0.0001	0.01110	0.0232
7	下松市役所	0.012	0.00016	0.01216	0.0254
8	最大着地濃度 ^(※1)	0.017	0.00145	0.01845	0.0385

単位：mg/m³

No.	大気測定局名	浮遊粒子状物質			
		年平均値			日平均値の 2%除外値
		現状	寄与濃度	計画後	
		①	②	③(①+②)	
1	櫛浜小学校	0.024	0.00004	0.02404	0.0545
2	徳山商工高校	0.013	0.00009	0.01309	0.0359
3	周南総合庁舎	0.015	0.00004	0.01504	0.0392
4	浦山送水場	0.022	0.00003	0.02203	0.0511
5	宮の前児童公園	0.014	0.00002	0.01402	0.0375
6	豊井小学校	0.017	0.00001	0.01701	0.0425
7	下松市役所	0.017	0.00002	0.01702	0.0426
8	最大着地濃度 ^(※1)	0.013	0.00018	0.01318	0.0361

3-4. 評価

長期的評価として求めた日平均値の最大値は以下の通りである。

- 二酸化硫黄 : 0.0067ppm (基準 : 0.04ppm以下)
- 二酸化窒素 : 0.0385ppm (基準 : 0.04ppm以下)
- 浮遊粒子状物質 : 0.0545mg/m³ (基準 : 0.1mg/m³以下)

環境基準の範囲内であり、影響は非常に軽微である。

注) 各測定局の現状濃度は平成25年～29年の年平均値の平均値

※1 最大着地濃度は計画地の北1km地点であり、現状濃度は最寄りの2.徳山商工高校測定局の値

4. 水質予測

(12/19)

4-1. 排水の諸元

本設備から発生する冷却塔ブロー水、ボイラーブロー水、機器ドレン水等のプラント排水の水質は、本発電所出口で排水の諸元の値（表-3）以下になるよう調整及び管理し、工場内の第4セパレーター放流口から海域（公共用水域）に放流する。

排出先の第4セパレーターを含む排水口の位置は図-2の通りであり、第4セパレーターを含む排水の排出経路は図-3のとおりである。

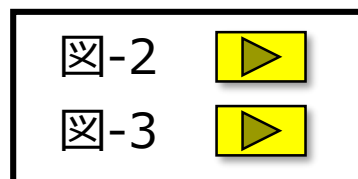


表-3. 排水の諸元 () 内は日平均値

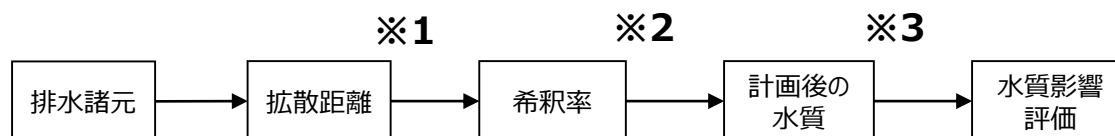
項 目		単 位	計 画 値
排水量		m ³ /日	900 (900)
排水の水質	水素イオン濃度	-	6.0~8.5 (7.8)
	化学的酸素要求量	mg/L	9.0 (9.0)
	窒素含有量	mg/L	7.0 (7.0)
	燐含有量	mg/L	0.5 (0.5)
	浮遊物質質量	mg/L	25 (25)

4-2. 予測方法

予測項目：化学的酸素要求量(COD)、浮遊物質質量(SS)、全窒素(T-N)、全燐(T-P)

予測地点：予測地域内にある水質調査地点（図-4）

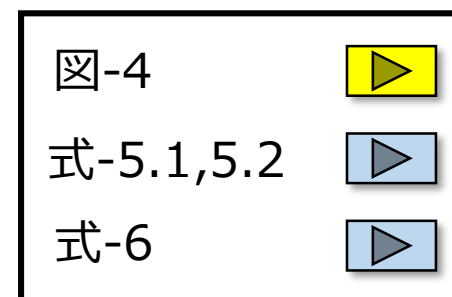
予測方法：以下に示す予測手順とした（「瀬戸内海環境保全特別措置法」による事前評価手法）



※1：公共用水域での拡散距離は新田式を用いた（式-5.1）

※2：排水の希釈率はヨーゼフ・ゼンドナー式を用いた（式-5.2）

※3：測定点付近の計画後の水質を予測した（式-6）



4. 水質予測

(13/19)

4-3. 予測結果

本計画の実施による排水の寄与濃度及び水質予測結果を表-4に示す。

表-4. 水質予測結果

単位 : mg/L

予測地点	項目		COD	SS	T-N	T-P
No.1	現 状 ^(※1)	①	1.5	1	0.15	0.026
	寄与濃度	②	0.0007	0.0021	0.0007	0.00004
	計画後	①+②	1.5	1	0.15	0.026
	環境基準 ^(※2)	-	3以下	2以下	0.3以下	0.03以下
No.2	現 状 ^(※1)	①	1.8	<1	0.09	0.021
	寄与濃度	②	0.0002	0.0006	0.0002	0.00001
	計画後	①+②	1.8	<1	0.09	0.021
	環境基準 ^(※2)	-	2以下	2以下	0.3以下	0.03以下
No.3	現 状 ^(※1)	①	0.7	<1	0.08	0.02
	寄与濃度	②	0	0	0	0
	計画後	①+②	0.7	<1	0.08	0.02
	環境基準 ^(※2)	-	2以下	2以下	0.3以下	0.03以下

※1 : 現状値は2019年11月12日実施の現況調査結果に基づく

※2 : 環境基準の定められている項目については環境基準とした。環境基準の定められていない浮遊物質質量 (SS) については、周辺公共用水域に共同漁業権区域があることから水産用水基準とした

4-4. 評価

予測地点における計画後の水質への寄与濃度は以下の通りである。

- 化学的酸素要求量 : 0~0.0007mg/L
- 浮遊物質質量 : 0~0.0021mg/L
- 全窒素 : 0~0.0007mg/L
- 全磷 : 0~0.00004mg/L

いずれも寄与濃度は小さく計画後の水質は現状と同じである。よって、水質は環境基準の範囲内であり、影響は非常に軽微である。

5. 騒音予測

(14/19)

5-1. 騒音発生源

主要な騒音発生機器として、ボイラー、タービン、発電機、通風機、ポンプ等がある。予測に用いた騒音発生源の諸元は表-5、その位置図は図-5の通りである。

表-5. 新たな騒音発生源の諸元

単位：dB

設備			騒音レベル (機側1m)
貯搬送設備	1	No.11木質ペレット受入切出機	85
	2	木質ペレット受入集塵機ファン	85
	3	No.12木質ペレット受入フローコンベア	85
	4	No.13木質ペレット受入フローコンベア	85
	5	No.14木質ペレット受入垂直コンベア	85
	6	No.14木質ペレット受入垂直コンベア集塵機ファン	85
	7	No.15木質ペレット受入フローコンベア	85
	8	木質ペレット貯槽集塵機ファン	85
	9	No.21PKS受入切出機	85
	10	PKS受入集塵機ファン	85
	11	No.22PKS受入フローコンベア	85
	12	No.23PKS受入垂直コンベア	85
	13	No.23PKS受入垂直コンベア集塵機ファン	85
	14	No.24PKS受入フローコンベア	85
	15	PKS貯槽集塵機ファン	85
	16	A系No.31払出ベルトコンベア	85
	17	B系No.31払出ベルトコンベア	85
	18	A系No.31払出ベルトコンベア集塵機ファン	85
	19	B系No.31払出ベルトコンベア集塵機ファン	85
	20	A系No.32払出垂直コンベア	85
	21	B系No.32払出垂直コンベア	85
	22	A系No.33払出フローコンベア	85
	23	B系No.33払出フローコンベア	85
	24	A系No.33払出ベルトコンベア集塵機ファン	85
	25	B系No.33払出ベルトコンベア集塵機ファン	85
供給設備	26	燃料貯槽集塵機ファン	85
	27	A系No.41供給ベルトコンベア	85
	28	B系No.41供給ベルトコンベア	85
	29	A系No.41供給ベルトコンベア集塵機ファン	85
	30	B系No.41供給ベルトコンベア集塵機ファン	85
	31	A系No.42供給垂直コンベア	85
	32	B系No.42供給垂直コンベア	85
	33	A系No.43供給フローコンベア	85
	34	B系No.43供給フローコンベア	85

設備			騒音レベル (機側1m)
発電機・ポンプ	35	発電機	87
	36	タービン	84
	37	押込通風機	81
		押込通風機電動機	79
	38	誘引通風機	82
		誘引通風機電動機	79
	39	1次空気通風機	82
		1次空気通風機電動機	79
	40	外部熱交ブロワ	100
		外部熱交ブロワ電動機	79
	41	シールボットブロワ	95
	42	冷却水ポンプ	84
		冷却水ポンプ電動機	79
	43	冷却塔ファン（4台）	84
	44	循環水ポンプ	84
		循環水ポンプ電動機	79
	45	純水移送ポンプ	84
	46	工業用水ポンプ	85
	47	復水ポンプ電動機	85
	48	給水ポンプ電動機	82
	49	主変所変一体型変圧器	85
	50	灰処理真空ブロワ（2台）	85
	51	バグフィルタ用空気圧縮機	60
	52	圧縮空気源装置空気圧縮機（3台）	82

騒音特定機器

図-5



5. 騒音予測

(15/19)

5-2. 予測方法

予測地点：出光興産徳山事業所の北側敷地境界5地点（図-6）

障壁位置：敷地内の大型装置については障壁とみなし、回折に係る減衰を考慮した（図-7）

予測手順：以下に示す予測手順とした

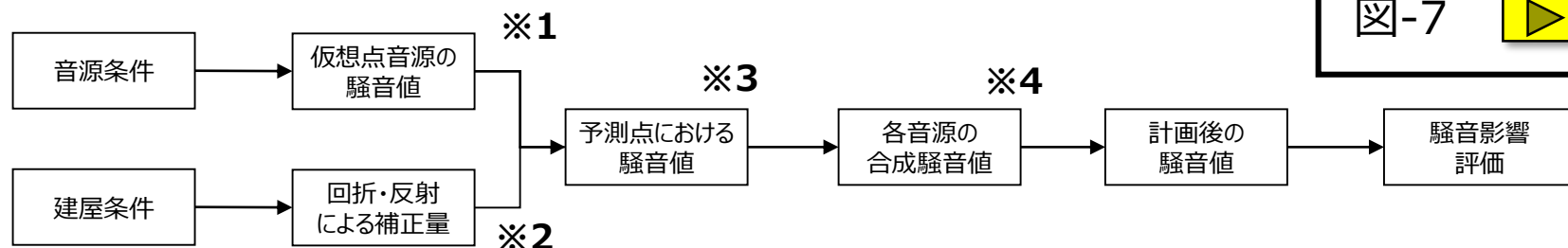


図-6



図-7



※1：仮想点音源の騒音値：面音源を細分割したうえで各分割面の中央に仮想点音源を算出（式-7）

※2：回折・反射による補正量：回折に伴う減衰及び反射において生じる影響について補正（式-8）

※3：予測地点における騒音値：点音源からの伝搬計算の基本式を用いた（式-9.1）

※4：各音源の合成騒音値：各音源から到達する騒音値を合成（式-9.2）

式-7



式-8



式-9.1,9.2



5. 騒音予測

(16/19)

5-3. 予測結果

敷地境界線における騒音予測結果を表-6に示す。

表-6. 騒音予測結果

単位：dB

区分	予測点	現状	寄与レベル	計画後	協定値
		①	②	① + ②	
朝夕 ・ 昼間	3	53.9	57.0	58.7	65
	4	56.2	55.1	58.7	
	5	57.1	56.2	59.7	
	6	57.6	54.8	59.4	
	7	54.5	50.9	56.0	
夜間	3	52.6	56.8	58.2	60
	4	53.8	54.2	57.0	
	5	55.0	55.8	58.4	
	6	55.8	54.5	58.2	
	7	50.6	50.6	53.6	

注) 現状の騒音値は平成26年度～平成30年度における現地調査結果
(時間帯別平均値) の算術平均値とした。

5-4. 評価

計画後の敷地境界における騒音値の最大値は以下の通りである。

□ 朝夕・昼間：59.7デシベル（協定値：65デシベル）

□ 夜間：58.4デシベル（協定値：60デシベル）

協定値以下であり、生活環境に及ぼす影響は軽微である。

※実際は敷地境界に沿って緑地帯があり、これによる騒音の減衰により敷地境界では2～3dBの低下が予測される

6. 振動予測

(17/19)

6-1. 振動発生源

主要な振動発生機器として、タービン、発電機、通風機、ポンプ等がある。予測に用いた振動発生源の諸元は表-7、その位置図は「5. 騒音」図-5の通りである。

表-7. 新たな振動発生源の諸元 単位：dB

設備			振動レベル (機側2.5m)
発電機・ポンプ	35	発電機	50
	36	タービン	50
	37	押込通風機	50
	38	誘引通風機	45
	39	1次空気通風機	40
	40	外部熱交ブロウ	40
	41	シールポットブロウ	35
	42	冷却水ポンプ	35
	43	冷却塔ファン	40
	44	循環水ポンプ	40
	45	純水移送ポンプ	30
	46	工業用水ポンプ	30
	47	復水ポンプ電動機	35
	48	給水ポンプ	50
	49	主変所変一体型変圧器	25
	50	灰処理真空ブロウ	35

図-5



6-2. 予測方法

予測地点：出光興産徳山事業所の北側敷地境界3地点（「5. 騒音」図-6）

予測手順：以下に示す予測手順とした

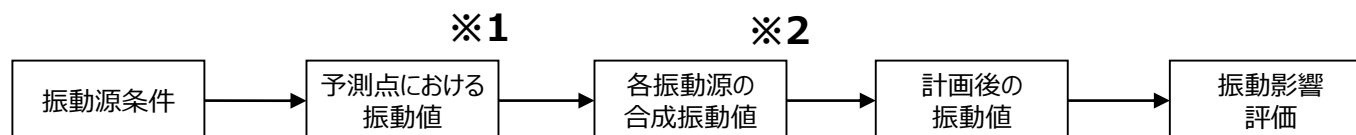


図-6



式-10.1

式-10.2



6. 振動予測

(18/19)

6-3. 予測結果

敷地境界線における振動予測結果を表-8に示す。

表-8. 振動予測結果

単位：dB

区分	予測点	現状	寄与レベル	計画後	協定値
		①	②	① + ②	
朝夕 ・ 昼間	3	32	10 >	32	60
	4	36	10 >	36	
	5	35	10 >	35	
夜間	3	30	10 >	30	55
	4	35	10 >	35	
	5	34	10 >	34	

注) 現状の振動値は平成26年度～平成30年度における現地調査結果の算術平均値とした。

6-4. 評価

計画後の敷地境界における振動値の最大値は以下の通りである。

- 朝夕・昼間：36デシベル（協定値：60デシベル）
- 夜間：35デシベル（協定値：55デシベル）

協定値以下であり、生活環境に及ぼす影響はない。

□ 大気予測

バイオマス発電所新設後の二酸化硫黄、二酸化窒素、浮遊粒子状物質濃度は**環境基準の範囲内**であり、周辺環境への**影響は非常に軽微**である。

□ 水質予測

バイオマス発電所新設後の化学的酸素要求量、浮遊物質濃度、全窒素、全リン濃度は**環境基準の範囲内**であり、水質環境への**影響は非常に軽微**である。

□ 騒音予測

バイオマス発電所新設後の騒音値は**周南市との環境保全協定値の範囲内**であり、生活環境に及ぼす**影響は軽微**である。

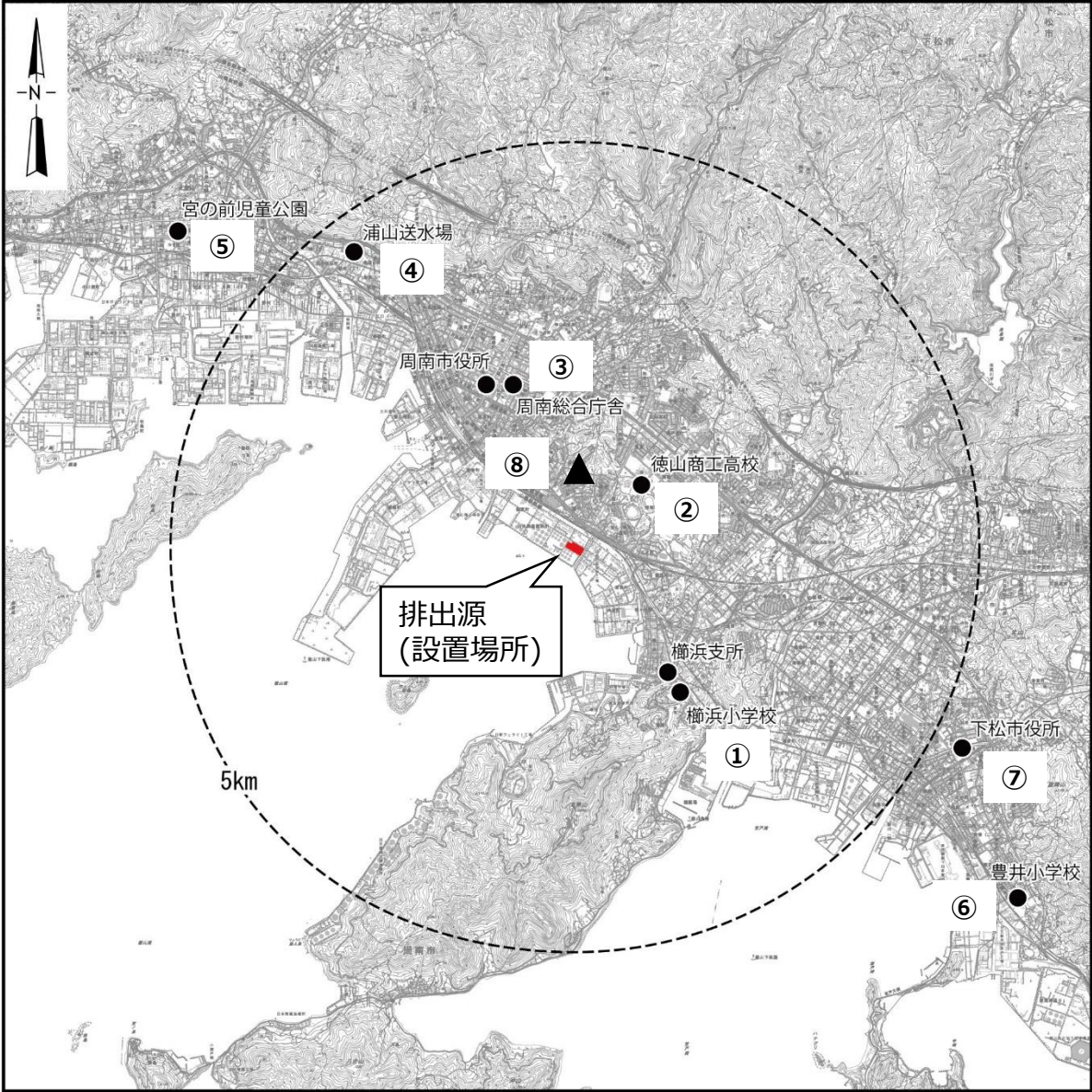
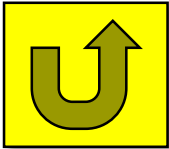
□ 振動予測

バイオマス発電所新設後の振動値は**周南市との環境保全協定値の範囲内**であり、生活環境に及ぼす**影響はない**。

参考資料

【図:1-7】

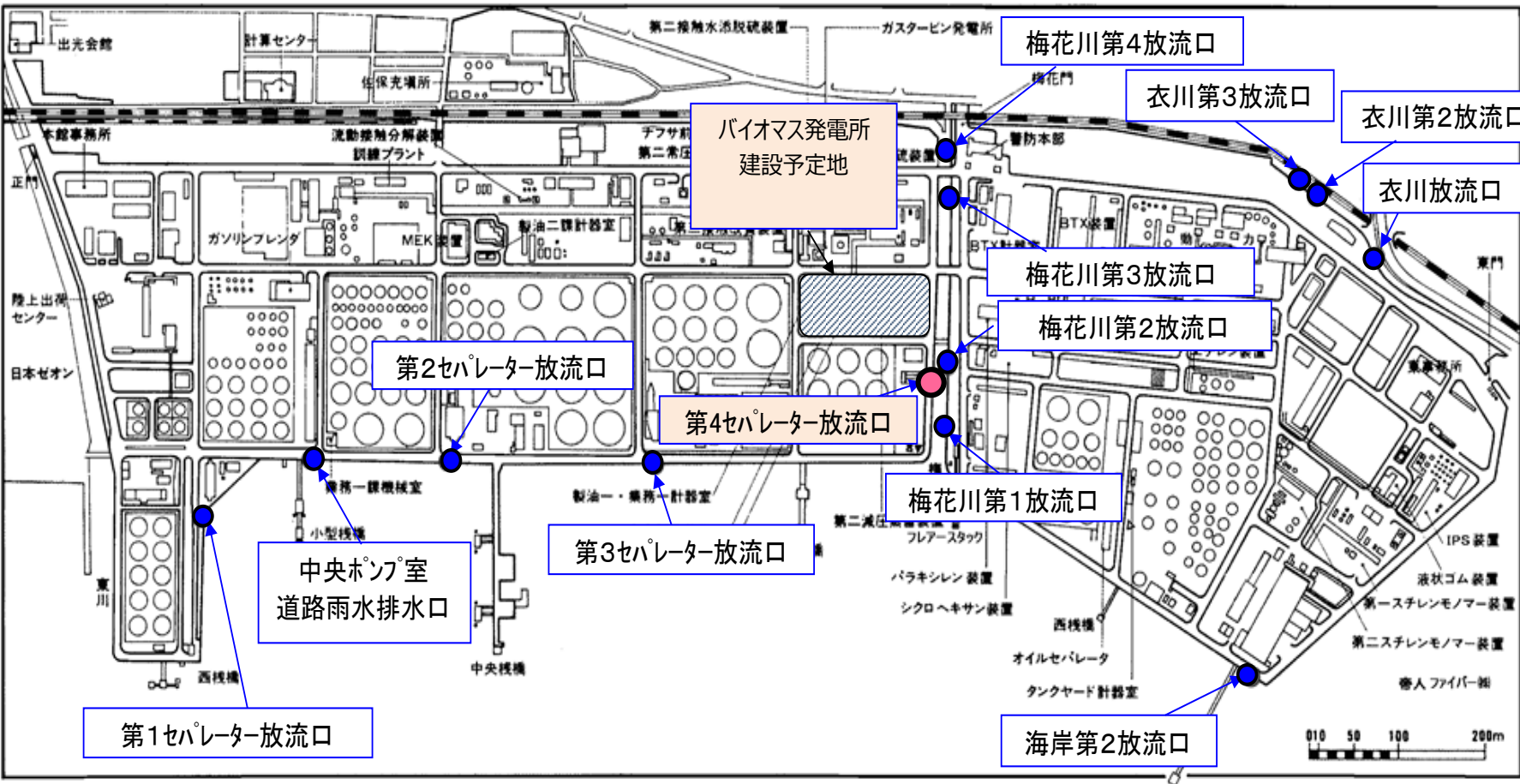
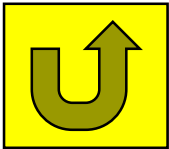
図-1. 計画地周辺の大気測定局



- 一般環境大気測定局
- ▲ 最大着地濃度地点

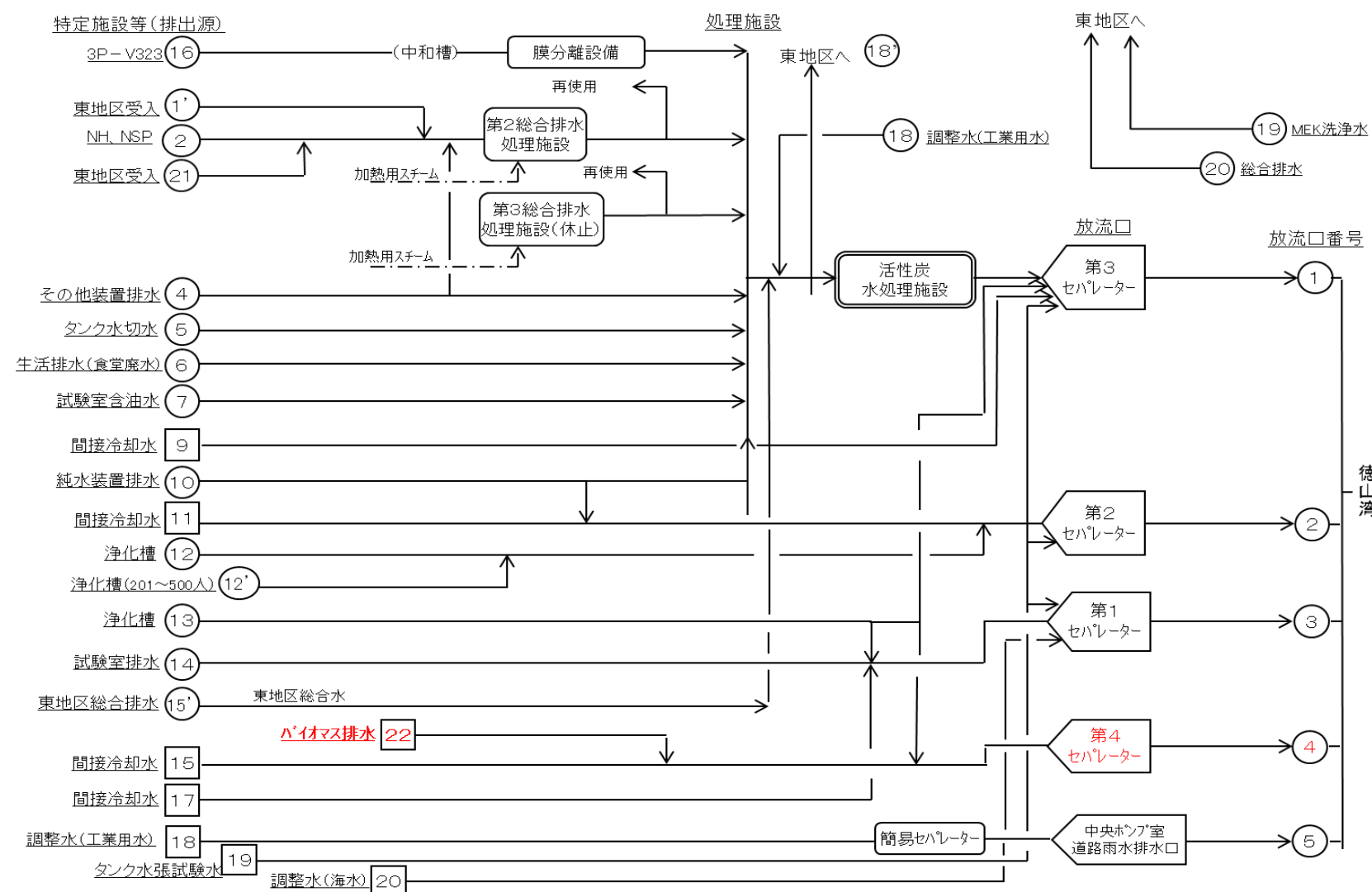
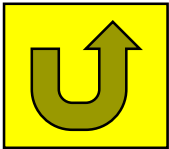
No.	予測地点
1	榑浜小学校
2	徳山商工高校
3	周南総合庁舎
4	浦山送水場
5	宮の前児童公園
6	豊井小学校
7	下松市役所
8	最大着地濃度 (計画地の北 約1.0km)

図-2. 排水口の位置



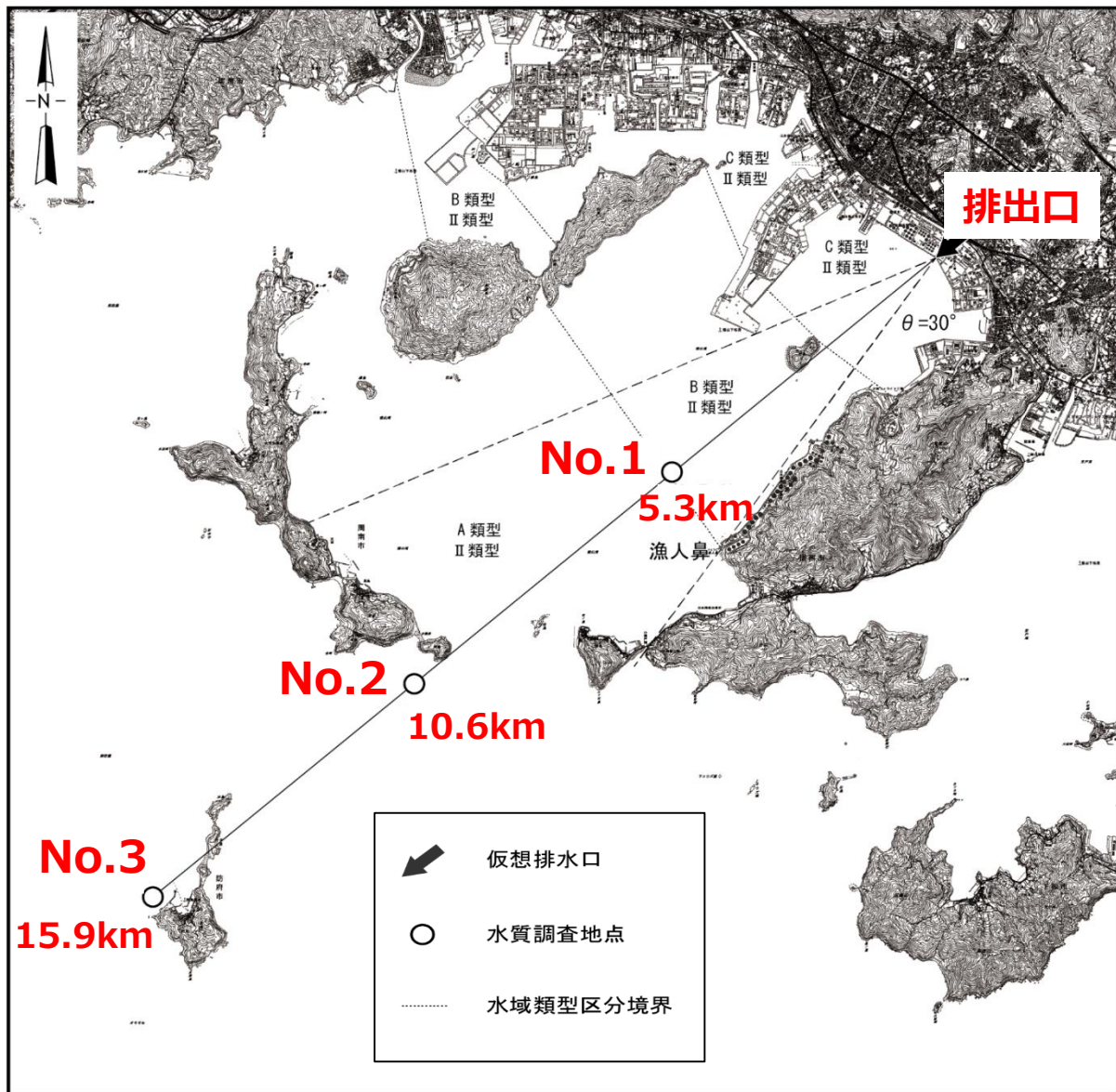
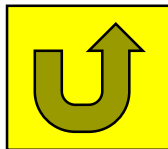
● 放流口 ● 放流口（バイオマス排水）

図-3. 排水経路



注: ○は特定排水 □は特定排水以外の排水を示す。

図-4. 水質調査地点



—水質測定点について—

新田式より、排水量の最大値 $2,026,663\text{m}^3/\text{日}$ と拡散角度 $\theta = 30^\circ$ から排水口から拡散距離は約 15.9km となる。

排水量は、 $1,000\text{m}^3/\text{日}$ 未満($900\text{m}^3/\text{日}$)であることから、水質測定点は1測線3点。

排水口から沖合 5.3km 、 10.6km 及び 15.9km の3点とした。

図-5. 騒音・振動発生源の位置

騒音
予測

振動
予測

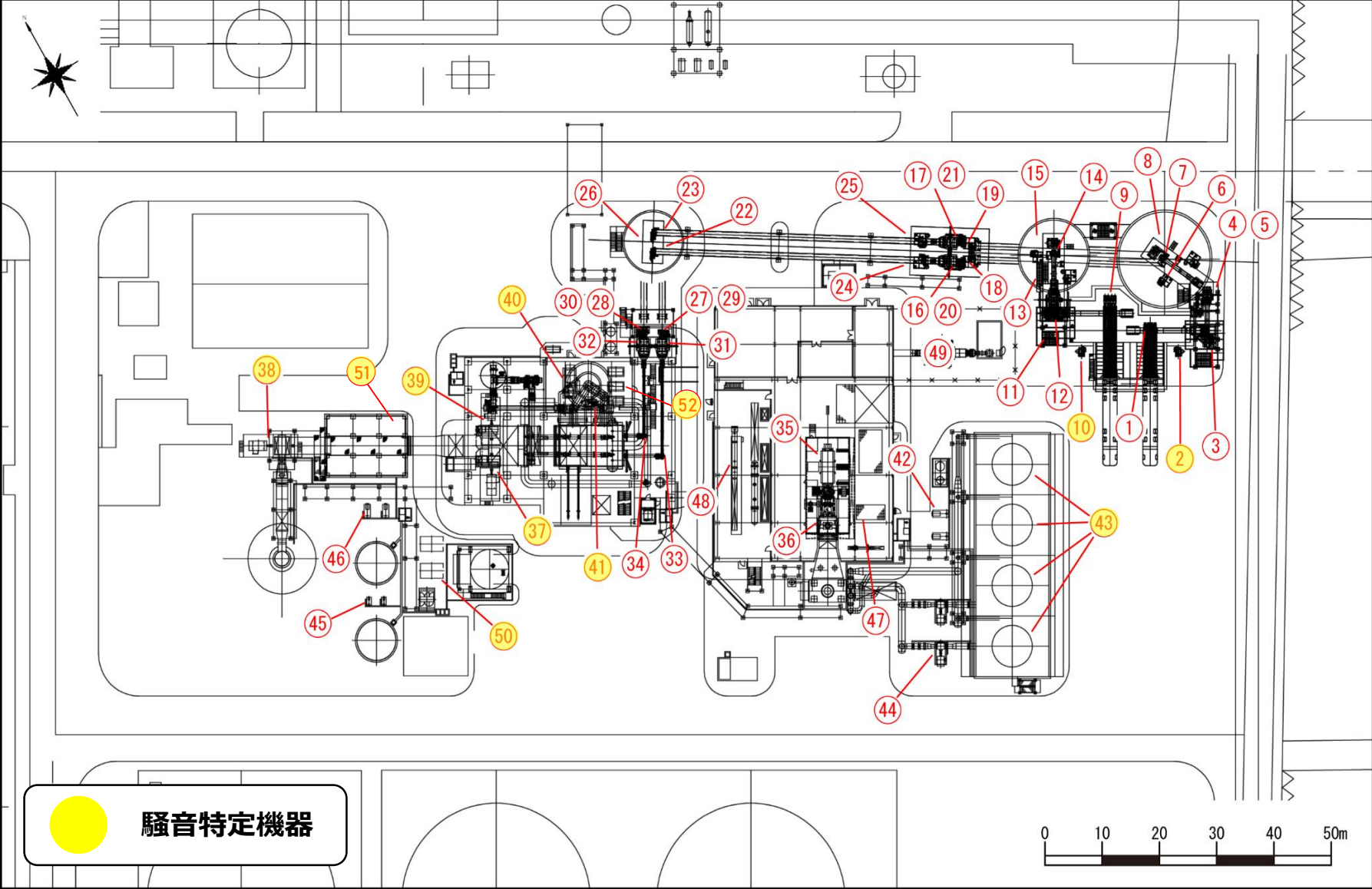
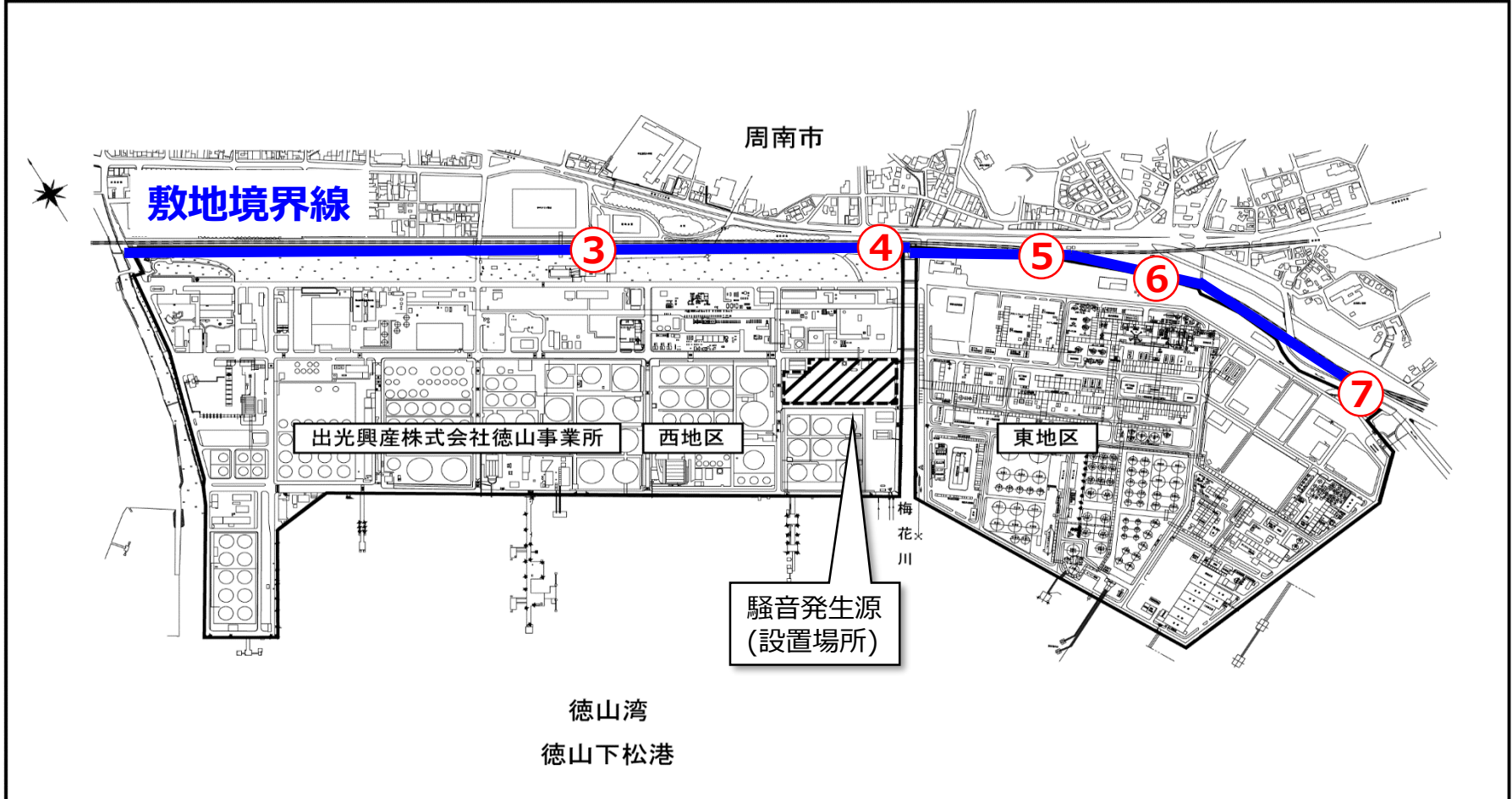


図-6. 騒音・振動予測地点

騒音
予測

振動
予測



凡 例

計画地

騒音調査及び予測地点

振動調査及び予測地点

0 100 200 300 400 500m

図-7. 障壁の位置

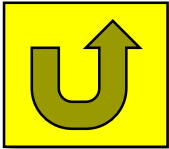


図-8. 機器配置図_平面 (1/3)

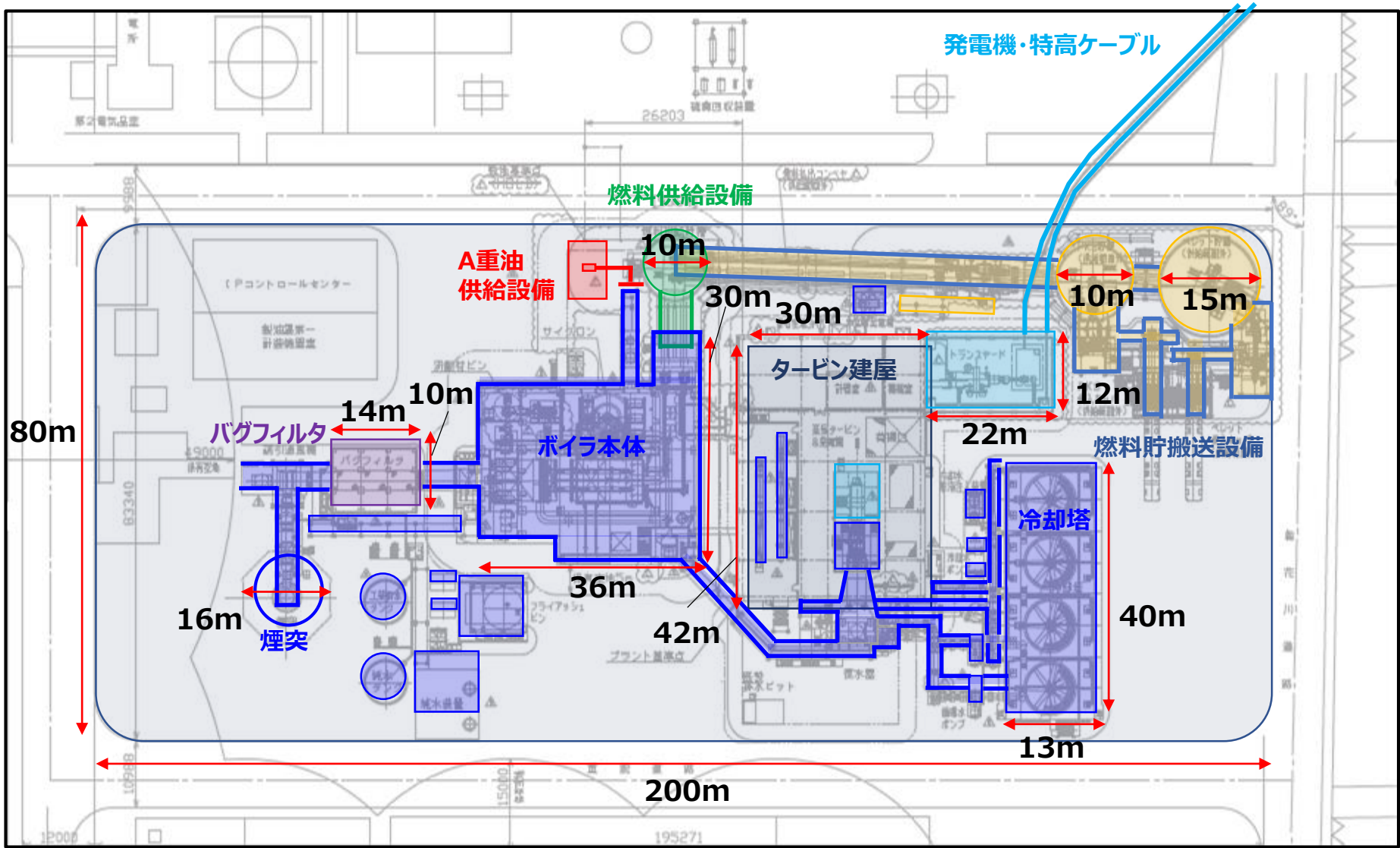


図-8. 機器配置図_側面 (2/3)

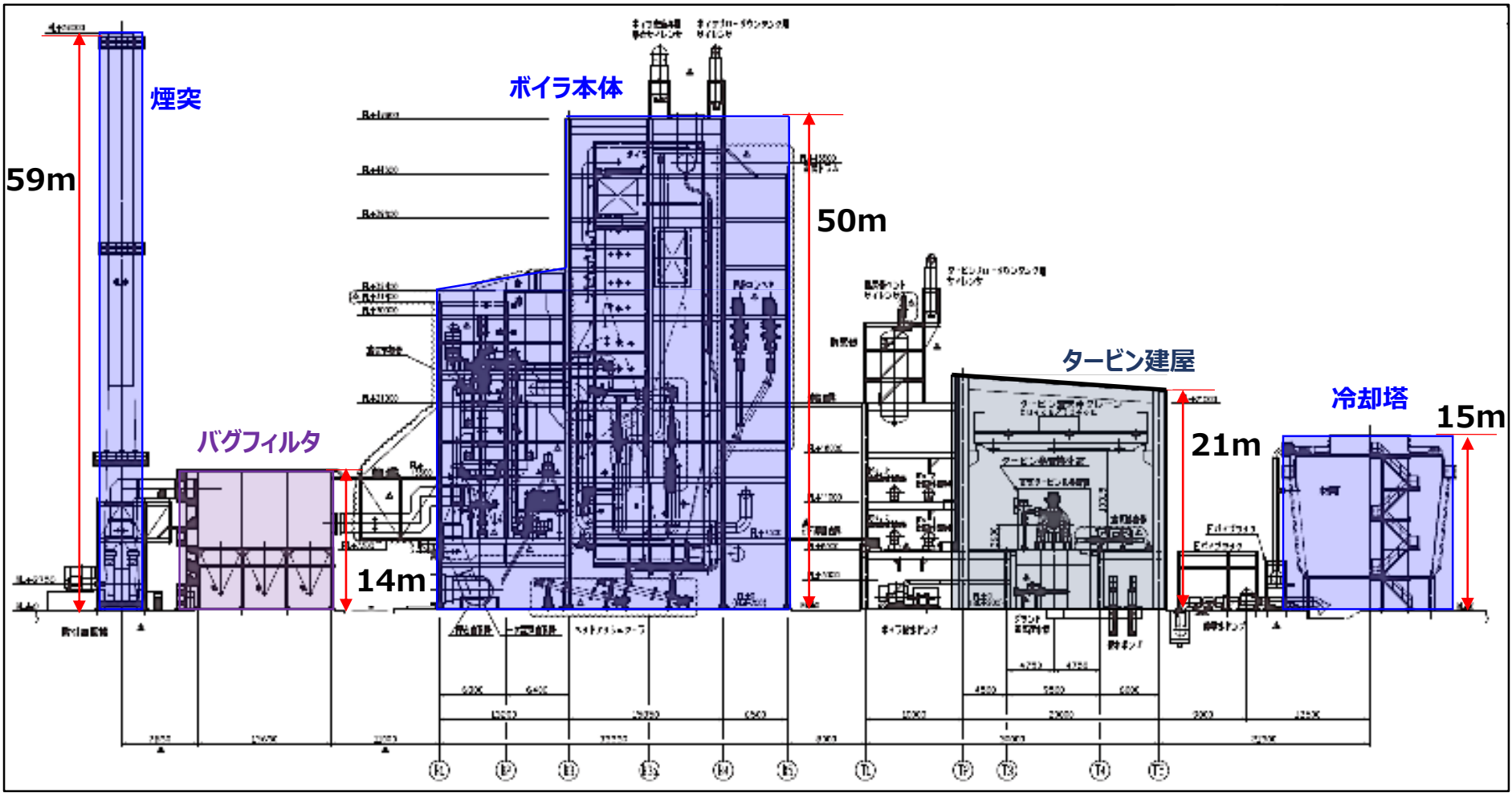
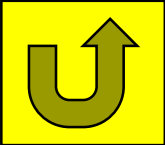
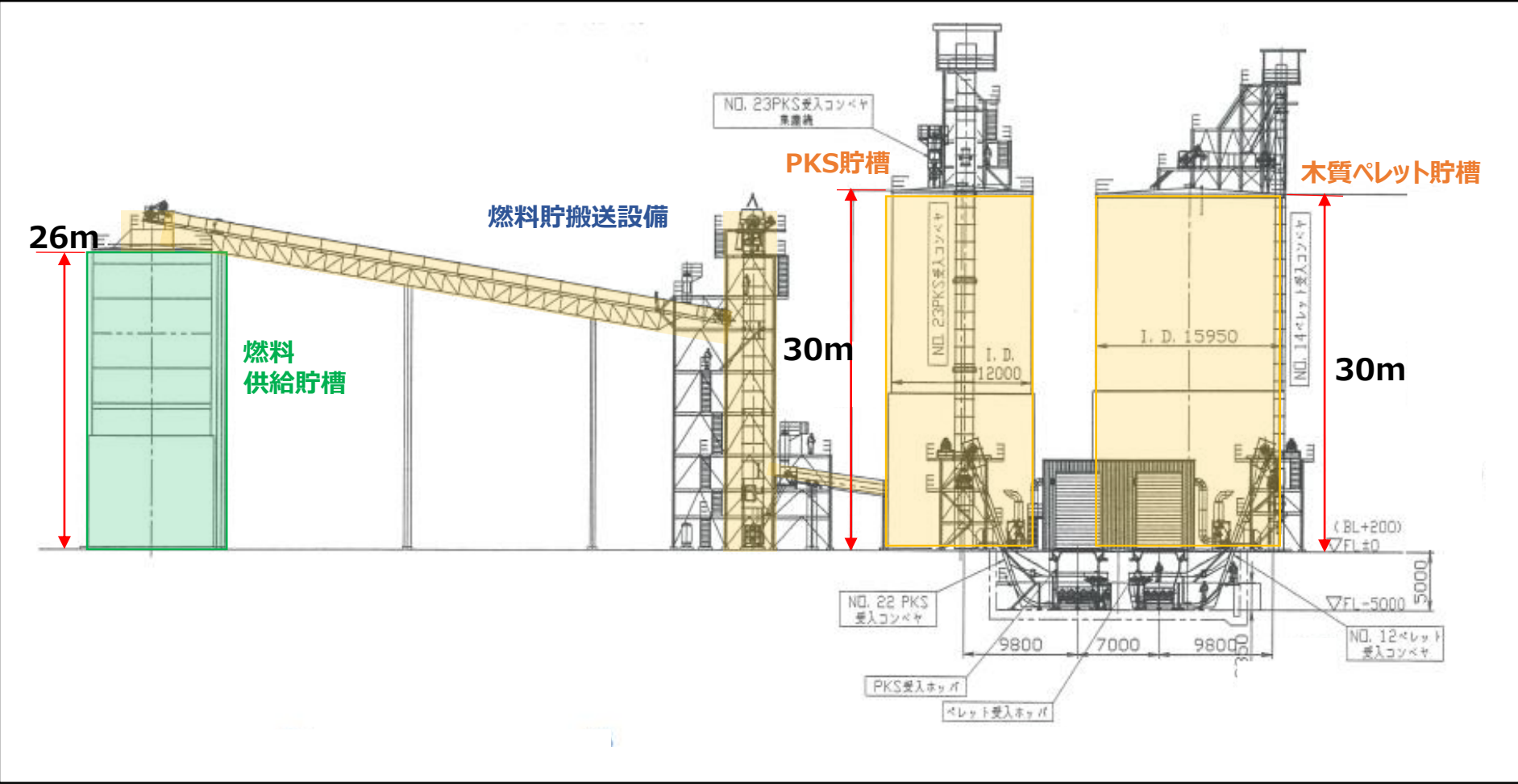
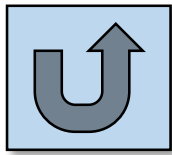


図-8. 機器配置図_側面 (3/3)



参考資料
【式:1-10】

式-1 有効煙突高さの式



有効煙突高さは、次式のとおり、煙突の実高さと煙突からの排ガスの上昇高さの和で表される。

$$H_e = H_0 + \Delta H$$

H_e ; 有効煙突高さ (m)

H_0 ; 煙突の実高さ (m)

ΔH ; 煙突からの排ガスの上昇高さ (m)

ΔH の計算は、有風時（風速が1m/s以上の場合）はCONCAWE式を、無風時（風速が0.4m/s以下の場合）はBriggs式を用いた。

また、弱風時（風速が0.5～0.9m/sの場合）は、Briggs式の値とCONCAWE式の値から内挿して求めた。

<CONCAWE式>

$$\Delta H = 0.0855 \cdot Q_H^{\frac{1}{2}} \cdot u^{-\frac{3}{4}}$$

ΔH ; 排煙上昇高さ (m)

Q_H ; 排出熱量 (J/s)

ρ ; 排出ガス密度 (1.293×10^3 g/m³)

Q ; 単位時間あたりの排出ガス量 (m³_N/s)

C_p ; 定圧比熱 (1.00563J/K·g)

ΔT ; 排出ガス温度と気温 (15℃) との温度差 (℃)

U ; 煙突頂部における風速 (m/s)

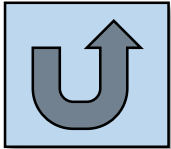
<Briggs式>

$$\Delta H = 0.979 \cdot Q_H^{\frac{1}{4}} (d\theta/dz)^{-\frac{3}{8}}$$

$(d\theta/dz)$; 温位勾配 (℃/m) (昼間 : 0.003、夜間 : 0.01)

その他の記号はCONCAWE式と同じ

式-2 ベキ法則

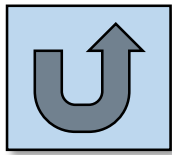


気象の観測高さが煙突高さと異なるため、「窒素酸化物総量規制マニュアル（新版）」（公害研究対策センター、平成12年）に示される「ベキ法則」を用いて、煙突高さ（地上59m）の風速を推定した。

$$U = U_0 (H / H_0)^P$$

U ; 高さ H (m) の推定風速 (m/s)
 U_0 ; 基準高さ H_0 (m) の風速 (m/s)
 H ; 煙突高さ (m)
 H_0 ; 気象の観測高さ
 P ; ベキ指数 (下表より)

大気安定度	A	A-B	B	B-C	C	C-D	D,E	F,G
P	0.1	0.125	0.15	0.175	0.2	0.225	0.25	0.3



式-3 大気拡散式

1. 有風時 ; 風速 1. 0m/s以上

有風時の拡散計算式は、次に示す「プルーム式」を用いた。

$$C(R, z) = \sqrt{\frac{1}{2\pi}} \frac{Q_p}{\frac{\pi}{8} R \sigma_z U} \left[\exp\left\{-\frac{(z-H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(z+H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right\} \right]$$

2. 弱風時 ; 風速 0. 5～0. 9m/s

弱風時の拡散計算式は、次に示す「弱風パフ式」を用いた。

$$C(R, z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{Q_p}{\frac{\pi}{8} \gamma} \left[\frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z-H_e)^2} \exp\left\{-\frac{U^2 (z-H_e)^2}{2\gamma^2 \left\{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z-H_e)^2\right\}}\right\} \right. \\ \left. + \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z+H_e)^2} \exp\left\{-\frac{U^2 (z+H_e)^2}{2\gamma^2 \left\{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (z+H_e)^2\right\}}\right\} \right]$$

3. 無風時 ; 風速 0. 4m/s以下

有風時の拡散計算式は、次に示す「簡易パフ式」を用いた。

$$C(R, z) = \frac{Q_p}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \left\{ \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (H_e - z)^2} + \frac{1}{R^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (H_e + z)^2} \right\}$$

ここで、

$C(R, z)$; 計算点 (R, z) の濃度 [ppm]

R ; 点煙源と計算点の水平距離 [m]

z ; 計算点の z 座標 [m]

Q_p ; 点煙源強度 [Nm^3/s]

u ; 風速 [m/s]

H_e ; 有効煙突高さ [m]

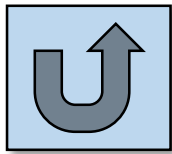
σ_y ; 水平 (y) 方向の拡散パラメーター [m]

σ_z ; 鉛直 (z) 方向の拡散パラメーター [m]

α ; 無風時の拡散パラメーター

γ ; 無風時の拡散パラメーター

式-4 日平均値の推算式



年平均値から日平均値の年間98%値（又は2%除外値）への変換は、調査地域内の一般局における平成25～29年度の年平均値と日平均値の年間98%値（又は2%除外値）から推定した。

推定に用いた算定式は、以下の通りである。

〈二酸化硫黄〉	$y_{SO_2} = 1.4280x_{SO_2} + 0.0024$
〈二酸化窒素〉	$y_{NO_2} = 2.0741x_{NO_2} + 0.0002$
〈浮遊粒子状物質〉	$y_{SPM} = 1.6958x_{SPM} + 0.0137$

y_{SO_2} ; 二酸化硫黄の日平均値の2%除外値 (ppm)

y_{NO_2} ; 二酸化窒素の日平均値の年間98%値 (ppm)

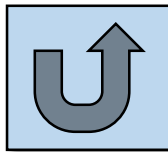
y_{SPM} ; 浮遊粒子状物質の日平均値の2%除外値 (mg/m³)

x_{SO_2} ; 二酸化硫黄の年平均値 (ppm)

x_{NO_2} ; 二酸化窒素の年平均値 (ppm)

x_{SPM} ; 浮遊粒子状物質の年平均値 (mg/m³)

式-5.1 新田式



公共用水域での拡散範囲は新田式により求めた。

$$\log (r \theta / 2) = 1.226 \log Q + 0.086$$

θ = 0.52 (拡散角度30°_ 晴海町埋立地の南端と大浦半島の漁人鼻に挟まれた範囲)

Q = 2,026,663 m³/日 (徳山事業所西地区と東地区の最大排水量)

新田式から求めた拡散範囲の外縁までの距離 (r) は、15.9kmである。

式-5.2 ヨーゼフ・ゼンドナー式

排水の希釈率はヨーゼフ・ゼンドナー式により求めた。

$$C = 1 - \exp (- Q_0 / \theta d p \cdot (1 / x - 1 / r))$$

Q_0 = 2,026,663 m³/日 (最大排水量)

θ = 30° (拡散角度)

d = 2 m

p = 864 m/日

x = 5,300 m ($r/3$ の距離) 、 10,600 m ($2r/3$ の距離)

r = 15,900 m (排水口から周辺公共用水域の外縁までの距離)

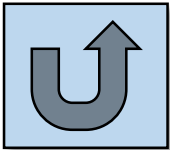
ヨーゼフ・ゼンドナー式から求めた希釈率 (C) は次のとおりである。

C ($r/3$ の地点) = 0.2455

C ($2r/3$ の地点) = 0.0680

C (r の地点) = 0

式-6 計画後の水質予測式



測定点付近の計画後の水質（ S' ）を予測した。予測式は以下の通りである。

$$S' = (S'_{\text{計画後}}^{\text{※1}} - S'_{\text{現状}}^{\text{※2}}) + \text{測定点の現状水質}$$

$$\text{※1 } S'_{\text{計画後}} = S_1^{\text{※3}} + (S_{0\text{計画後}}^{\text{※4}} - S_1^{\text{※3}}) \times C$$

$$\text{※2 } S'_{\text{現状}} = S_1^{\text{※3}} + (S_{0\text{現状}}^{\text{※5}} - S_1^{\text{※3}}) \times C$$

S_1 ; 周辺公共用水域の外縁の外側で直近の測定点の
現況水質 (mg/L)

$S_{0\text{現状}}$; 周辺公共用水域の範囲の決定に用いた排出水の水質の
平均値 (現状)

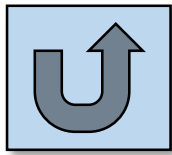
$S_{0\text{計画後}}$; 周辺公共用水域の範囲の決定に用いた排出水の水質の
平均値 (計画後)

項目 (単位)	測定点	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
※3 現状水質 (S_1)	No.3	0.7	1※2	0.08	0.020

注：1. 表中の値は新田式による周辺公共用水域の外縁部（ $r=15.9\text{km}$ ）の値である。
2. 検出下限値未満（ $<1\text{mg/L}$ ）については、検出下限値（ 1mg/L ）として扱う。

放流口	$S_{0\text{現状}}$ ※5					$S_{0\text{計画後}}$ ※4				
	排水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)	排水量 ($\text{m}^3/\text{日}$)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
第1セパレーター放流口	11,255	2.4	5	0.5	0.03	11,255	2.4	5	0.5	0.03
中央ポンプ室放流口	1,573	2	30	0.3	0.03	1,573	2	30	0.3	0.03
第2セパレーター放流口	115,776	2	5	0.3	0.03	115,776	2	5	0.3	0.03
第3セパレーター放流口	415,082	2	5	0.3	0.03	415,082	2	5	0.3	0.03
第4セパレーター放流口	134,400	2	5	0.3	0.03	135,300	2.0466	5.133	0.3446	0.0331
梅花川第1放流口	196,610	2.6	5	0.3	0.03	196,610	2.6	5	0.3	0.03
梅花川第2放流口	256,000	2.6	5	0.3	0.03	256,000	2.6	5	0.3	0.03
梅花川第3放流口	40,459	2.6	5	0.3	0.03	40,459	2.6	5	0.3	0.03
梅花川第4放流口	472,544	2.6	5	0.3	0.03	472,544	2.6	5	0.3	0.03
海岸第2放流口	295,624	2.6	5	0.3	0.03	295,624	2.6	5	0.3	0.03
衣川放流口	79,000	2.6	5	0.3	0.03	79,000	2.6	5	0.3	0.03
衣川第2放流口	240	2.6	20	0.7	0.03	240	2.6	20	0.7	0.03
衣川第3放流口	7,200	2.6	20	0.4	0.03	7,200	2.6	20	0.4	0.03
排水量総計・平均水質	2,025,763	2.4014	5.0745	0.3015	0.03	2,026,663	2.4043	5.0833	0.3045	0.0302

式-7 仮想点音源の騒音計算式



設備の各面を面音源とみなし、この面音源を細分割したうえで各分割面の中央に仮想点音源を設定した。仮想点音源のパワーレベルは以下の式により求めた。

$$L_{AW,i} = L_{AW} + 10 \log_{10} \frac{S}{S_0}$$

$L_{AW,i}$: 仮想点音源のパワーレベル(dB)

L_{AW} : 面音源のパワーレベル(dB)

S : 分割面の面積(m²)

S_0 : 面音源の面積(m²)

なお、面音源のパワーレベルは機側1mにおける騒音レベルから逆算することにより求めた。

式-8 回折・反射による補正式(1/2)

各種要因に関する補正量は以下の式で表される。

$$\Delta L_{cor} = \Delta L_{dif} + \Delta L_{grnd} + \Delta L_{air} + \Delta L_{refl} + \Delta L_{etc}$$

ΔL_{dif} ; 回折に伴う減衰に関する補正量(dB)

ΔL_{grnd} ; 地表面の影響に関する補正量(dB)

ΔL_{air} ; 空気の音響吸収による減衰に関する補正量(dB)

ΔL_{refl} ; 反射において生じる補正量(dB)
(反射音の伝搬計算の場合)

ΔL_{etc} ; その他の影響要因に関する補正量(dB)

尚、 ΔL_{grnd} 、 ΔL_{air} 、 ΔL_{etc} はいずれも 0dBとした

<回折に伴う減衰に関する補正量>

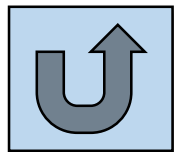
回折に伴う減衰に関する補正量 ΔL_{dif} は、前川チャートの関数表現式から求めた。

$$\Delta L_{dif} = \begin{cases} -13 - 10 \log_{10} N & N \geq 1 \\ -5 \mp 8 \frac{\sinh^{-1}(|N|^{0.485})}{\sin^{-1}(1)} & -0.324 \leq N < 1 \\ 0 & N < -0.324 \end{cases}$$

N ; フレネル数 $N = 2\delta / \lambda$
 δ ; 行路差(m)
 λ ; 波長(m)

ただし、行路差 δ の符号は、予測点から音源を見通せない場合は正、見通せる場合は負の値とし、式中の符号は、 $\delta \geq 0$ の場合を負、 $\delta < 0$ の場合を正とした。

式-8 回折・反射による補正式(2/2)



<反射において生じる補正量>

反射において生じる補正量 ΔL_{refl} は、反射面を無限大障壁に含まれる開口面とみなし、音源の鏡像 S' からその開口を透過して予測点 P に到達する音として以下の式により求めた。

$$\Delta L_{refl} = 10 \log_{10} D_A \quad \text{※1}$$
$$= 10 \log_{10} (1 - D_{12345678})$$

D_A ; 領域Aを透過する音の寄与(dB)
 $D_{12345678}$; 領域A以外を透過する音の寄与(dB)

$$\text{※1 } D_{12345678} = D_{123} + D_{678} + D_4 + D_5 \quad \text{※2} \quad \text{※3}$$
$$\text{※2 } D_4 = (1 - D_{123} - D_{678}) \times D_{146} \quad \text{※3 } D_5 = (1 - D_{123} - D_{678}) \times D_{358}$$

D_{ijk} (D_{123} , D_{146} , D_{358} , D_{678}) は次式により求めた

$$D_{ijk} = 10^{\frac{\Delta L_{refl,ijk}}{10}} \quad \text{※4}$$

ここで、 $\Delta L_{refl,ijk}$ は領域 i, j, k を反射面とした場合の補正量で、以下の式により求めた。

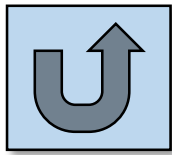
領域 i, j, k 以外を仮想障壁とした場合に
予測点Pから音源の鏡像 S' が **見えない** 場合

領域 i, j, k 以外を仮想障壁とした場合に
予測点Pから音源の鏡像 S' が **見える** 場合

$$\text{※4 } \Delta L_{refl,ijk} = 10 \log_{10} D \quad \text{※5}$$
$$\text{※4 } \Delta L_{refl,ijk} = 10 \log_{10} (1 - D) \quad \text{※5}$$

$$\text{※5 } D = 10^{\frac{\Delta L_r}{10}} \quad \text{※6}$$
$$\text{※6 } \Delta L_r = \begin{cases} -10 \log_{10} \delta - 18.4 & \delta \geq 1 \\ -3 - 17.5 \sinh^{-1}(\delta^{0.42}) & 0 \leq \delta < 1 \end{cases}$$

D ; 受音点に到達する音エネルギーの全領域を通して到達するエネルギーに対する比
 ΔL_r ; 反射面の面積が有限であること考慮した補正量
 δ ; 仮想障壁に係る回折経路差(m)



式-9.1 騒音伝搬計算の基本式

点音源からの伝搬計算の基本式は以下のとおりである。

$$L_A = L_{WA} - 20 \log_{10} r - 8 + \Delta L_{cor}$$

L_A ; 点音源による予測点における騒音レベル(dB)

L_{WA} ; 点音源のパワーレベル(dB)

r ; 点音源から予測点までの距離(m)

ΔL_{cor} ; 音の伝搬に影響を与える各種要因に関する補正量(dB)

式-9.2 各音源の合成式

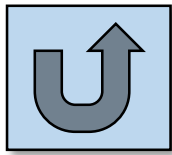
各音源から到達する騒音レベルを次式により合成し、予測点における騒音レベルを求めた。

$$L_A = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_{A,i}/10} \right)$$

L_A ; 予測点における騒音レベル(dB)

L_{WA} ; 各音源からの騒音レベル(dB)

n ; 音源の数



式-10.1 振動伝搬計算の基本式

振動源からの伝搬計算の基本式は以下のとおりである。

$$L_{Vr} = L_{Vr0} - 20 \log_{10}(r/r_0)^n - 8.68a(r - r_0)$$

L_{Vr} : 予測点における振動レベル(dB)

L_{Vr0} : 基準点における振動レベル(dB)

r : 振動源から予測地点までの距離(m)

r_0 : 振動源から基準点までの距離(m)

n : 幾何減衰係数 (= 0.75 表面波と実体波の複合した波)

a : 内部減衰係数 (= 0.04 臨海埋立地のいわゆる軟弱地盤)

式-10.2 各振動源の合成式

各振動源から到達する振動レベルを次式により合成し、予測点における振動レベルを求めた。

$$L_{Vr} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{L_{Vr,i}/10} \right)$$

L_{Vr} : 予測点における振動レベル(dB)

$L_{Vr,i}$: 各振動源からの振動レベル(dB)

n : 振動源の数