

第3章 路線の概略検討

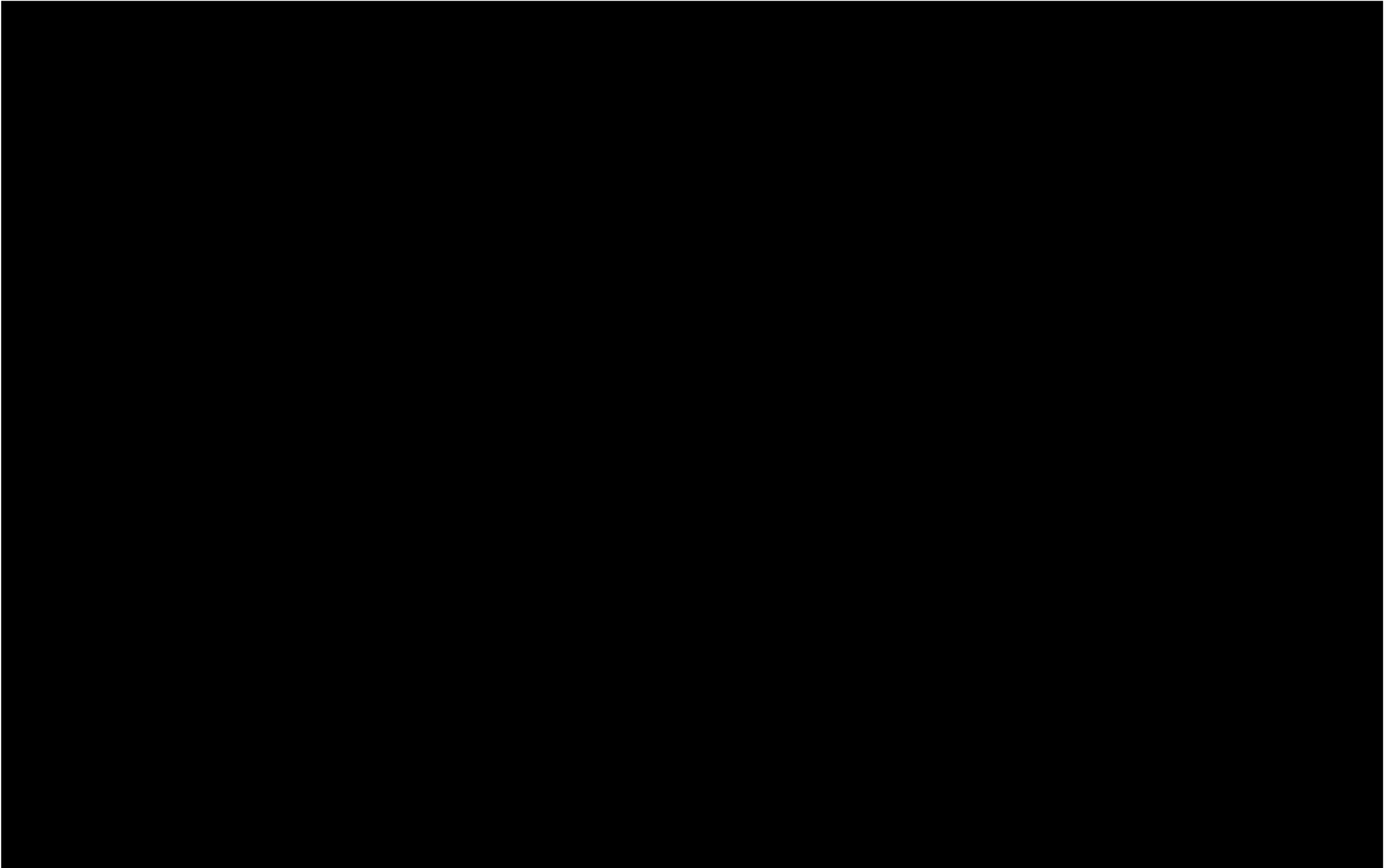
1 調査概要

1.1 検討概要とその内容

路線の比較検討で検討した結果を基に、路線の概略線形検討及び代表断面での構造検討を行うものとする。また、併せて連結施設の概略検討を行う。



1.2 検査箇所の整理



2 アクセスパターン比較

連絡方法（フルアクセス、上りハーフ、下りハーフ、非接続）の整理・比較をすることで最適な中間 IC のアクセスパターンを抽出する。

2.1 中間① IC

■ 既往成果を活用し連絡方法（フルアクセス、上りハーフ、下りハーフ、非接続）の整理・比較を実施する。

2.1.1 設計条件の整理

設計条件の整理にあたっては、以下に記す適用規定及び過年度成果を基に行うものとする。

表 2-1 適用規定

適用規定
道路構造令（以下、「構造令」という。）
道路構造令の解説と運用 令和 3 年 3 月 （社）日本道路協会（以下、「解説と運用」という。）

(1) 道路規格幅員

インターチェンジランプは、外環と一般道路を連絡する道路であることから、上級道路となる外環で位置付けている区分に対しランプ種別である規格が設定され、それに伴い設計速度及び標準的な横断面構成が定められることから以下に整理する。

1) ランプ規格



ランプの種別は、インターチェンジにより連結される道路のうち、上級の道路の区分に応じ次表を原則として、適用するものとする。

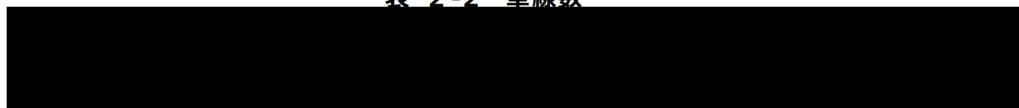
上級道路の区分	ランプ種別
第 1 種道路	A 規格または B 規格（特別の場合 D 規格）
第 2 種道路	C 規格（特別の場合 A 規格）
第 3, 4 種道路	B 規格（特別の場合 D 規格）

出典：「道路構造令の解説と運用」（P. 569）

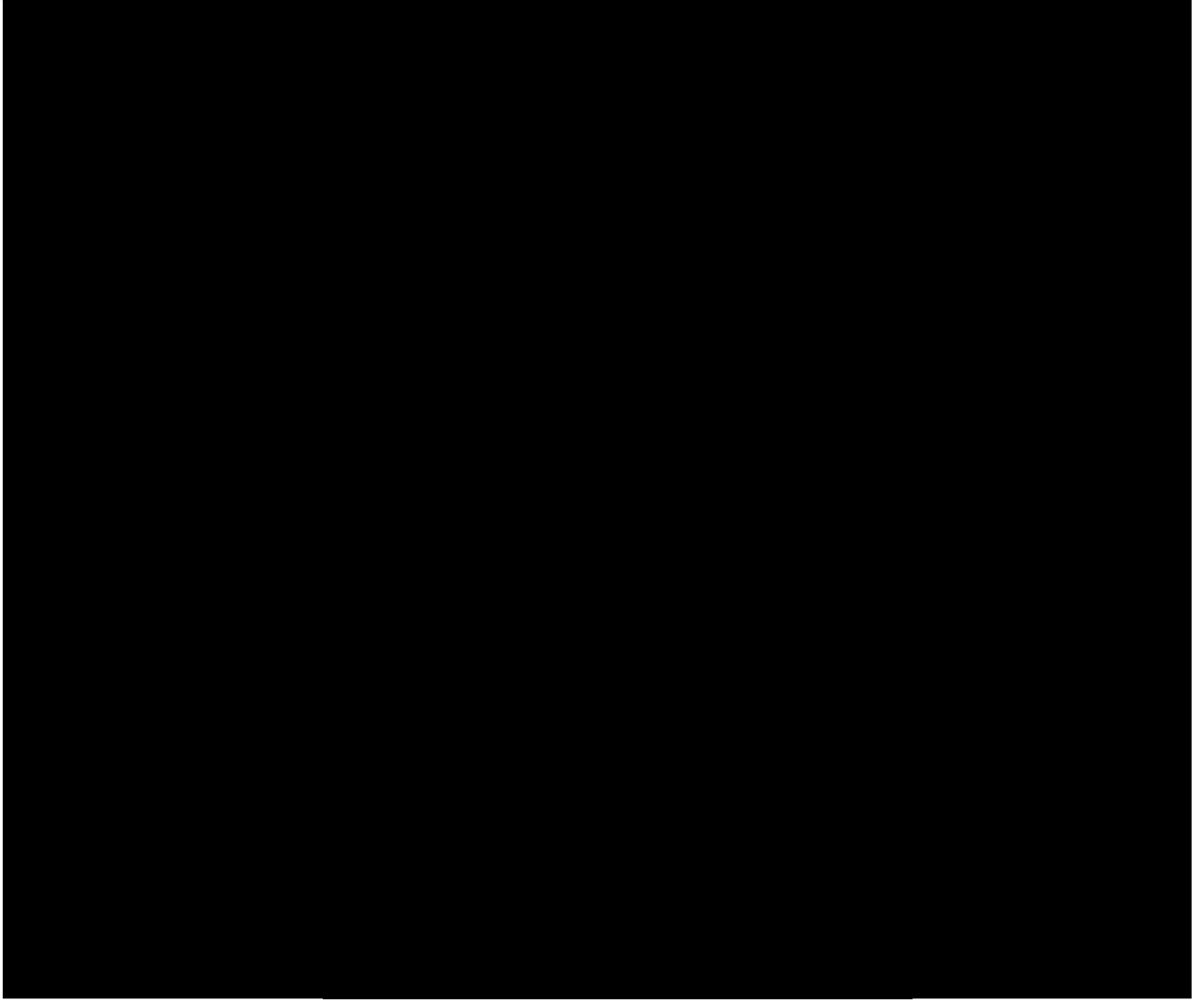
2) 車線数



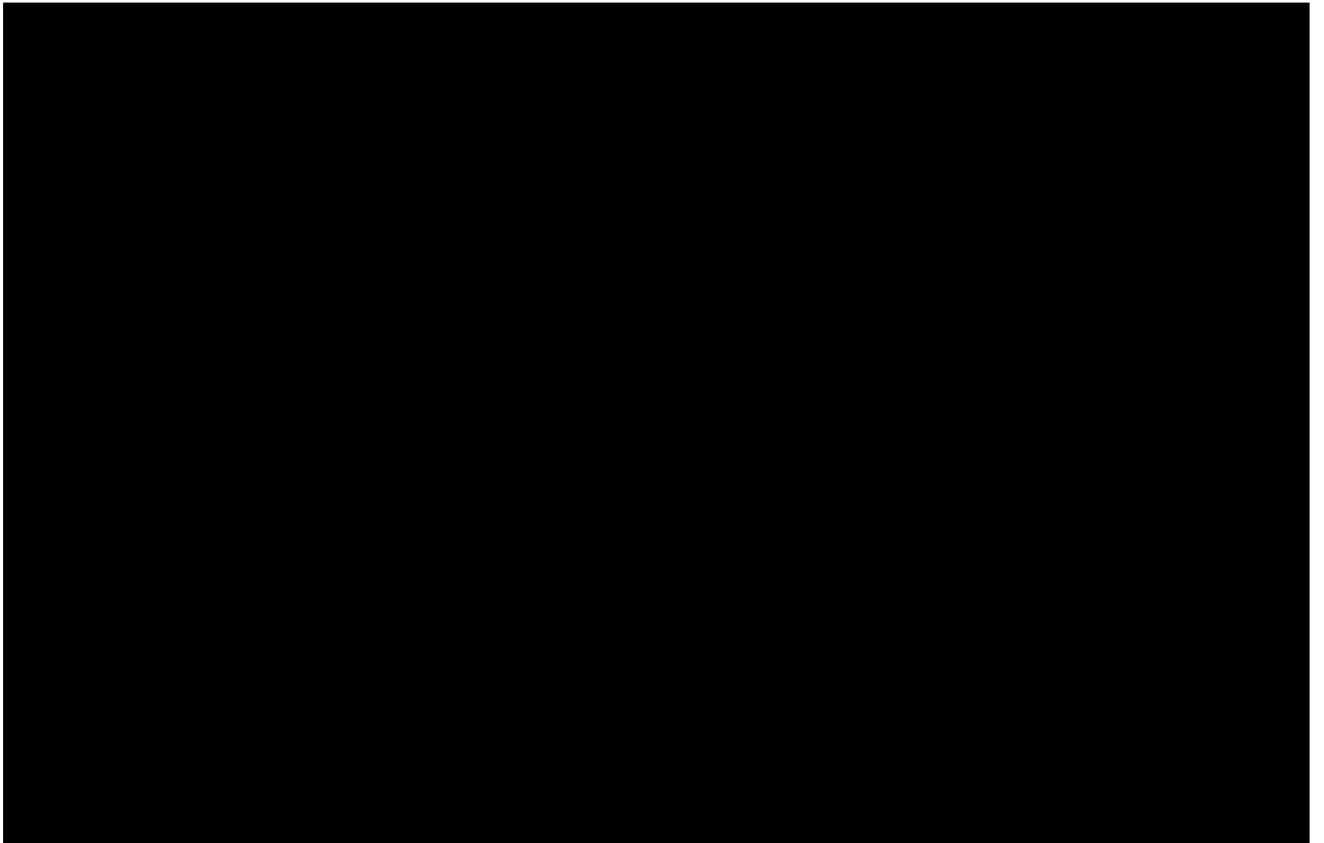
表 2-2 車線数



3) 横断面構成



4) 横断面構成

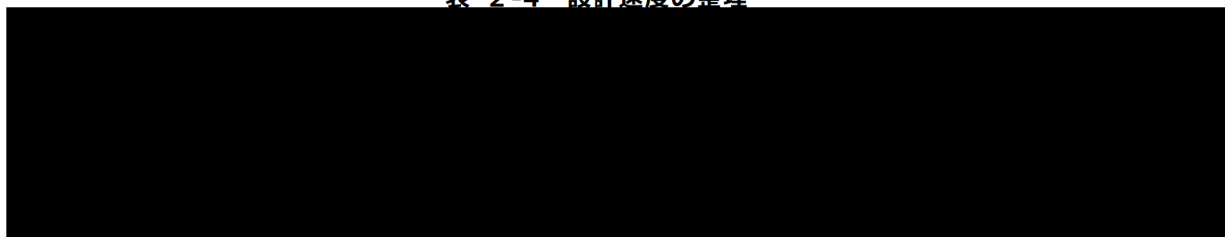


(2) 幾何構造

1) 設計速度

道路構造令の解説と運用をもとに、インターチェンジのランプの設計速度を下表のとおり定義する。

表 2-4 設計速度の整理



設計速度 (km/h)		上級道路											
		第1種・第2種道路						第3種道路					
		120	100	80	60	50	40	80	60	50	40		
下級道路	第1種・第2種道路	120	80 60 50 (40)										
		100	80 60 50 (40)	80 (40)									
		80	80 60 50 40	60 50 40	60 50 40								
		60	60 50 40	60 50 40	60 50 40	60 50 40							
		50	50 40	50 40	50 40	50 40	50 40						
		40	40	40	40	40	40	40					
	第3種道路	80	60 50 40	60 50 40	50 40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	50 40 35				
		60	50 40	50 40	50 40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	50 40 35	50 40 35 30			
		50	50 40	50 40	50 40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	50 40 35	40 35 30	40 35 30		
		40	40	40	40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	
第4種道路または一時停止		40 35 30	40 35 30	40 35 30 25	40 35 30 25	40 35 30 25	40 35 30 25	40 35 30 25	30 25	30 25	30 25		

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 567)

2) 最小曲線半径と曲線部の片勾配

ランプの曲線部における車線の中心線の曲線半径は、当該ランプの設計速度に応じ、次表の曲線半径の欄に掲げる標準の場合の値以上とするものとする。ただし、地形の状況その他特別な理由によりやむを得ない場合においては、特別な場合の値まで縮小することができる。なお、特別な場合の値を適用する場合には、当該インターチェンジの存する地域の積雪寒冷の度に応じ各々定めた値以上を用いるものとする。

表 2-5 最小曲線半径

設計速度 (km/h)	最小曲線半径 (m)			
	標準の場合	特別な場合		
		積雪寒冷地域		その他の地域
		積雪寒冷の度 がはなはだしい 地域	その他の地域	
80	280	280	250	230
60	140	130	120	110
50	90	80	70	70
40	50	45	40	40
35	40	35	30	30
30	30	25	25	20
25	20	20	15	15

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 571)

ランプ曲線部には、積雪寒冷の度に応じ、下表の最大片勾配の欄に掲げる値以下で適切な片勾配を付するものとする。

表 2-6 最大片勾配

インターチェンジの存する地域		最大片勾配
積雪寒冷地域	積雪寒冷の度 がはなはだしい 地域	6
	その他の地域	8
その他の地域		10

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 571)

片勾配の値は、設計速度及び当該曲線部の当該車線の曲線半径の値（2車線ランプにあつては、車道の中心における曲線半径の値）に応じ、下表のとおりとする。

表 2-7 曲線半径と片勾配の関係

曲線半径 (m)				片勾配 (%)
80km/h	60km/h	50km/h	40, 35, 30, 25km/h	
280 未満	140 未満	90 未満	50 未満	10
280 以上 330 未満	140 以上 180 未満	90 以上 120 未満	50 以上 70 未満	9
330 以上 380 未満	180 以上 220 未満	120 以上 160 未満	70 以上 90 未満	8
380 以上 450 未満	220 以上 270 未満	160 以上 200 未満	90 以上 130 未満	7
450 以上 540 未満	270 以上 330 未満	200 以上 240 未満	130 以上 160 未満	6
540 以上 670 未満	330 以上 420 未満	240 以上 310 未満	160 以上 210 未満	5
670 以上 870 未満	420 以上 560 未満	310 以上 410 未満	210 以上 280 未満	4
870 以上 1,240 未満	560 以上 800 未満	410 以上 590 未満	280 以上 400 未満	3
1,240 以上 3,500 未満	800 以上 2,000 未満	590 以上 1,300 未満	400 以上 800 未満	2

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 572)

3) 緩和曲線

緩和曲線としてクロソイド曲線を用いる場合には、その最小パラメータの大きさは、原則として次表のとおりとする。

表 2-8 緩和曲線のパラメータ

設計速度 (km/h)	80	60	50	40	35	30	25
最小パラメータ (m)	140	70	50	35	30	20	15

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 574)

緩和曲線を省略できる曲線半径の最小値は次表のとおりとする。

表 2-9 緩和曲線を省略できる曲線半径の最小値

設計速度 (km/h)	80	60	50	40	35	30	25
最小曲線半径 (m)	800	350	220	140	140	140	140

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 574)

4) 片勾配のすりつけ及び制動停止視距

片勾配および拡幅のすりつけは、本線に準じて設定する。

ランプの視距の最小値は、当該ランプの設計速度に応じ、それぞれ次表のとおりとする。

表 2-10 片勾配のすりつけ及び制動停止視距

設計速度 (km/h)	80	60	50	40	35	30	25
視 距 (m)	110	75	55	40	35	30	25

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 574)

5) 縦断勾配及び縦断曲線

ランプの最急縦断勾配は、上級側本線の道路区分および当該ランプの設計速度に応じ、次表のとおりとする。

表 2-11 最急縦断勾配

設計速度 (k m/h)	最急縦断勾配 (%)			
	第 1 種		第2種・第3種・第4種	
	規定値	特例値	規定値	特例値
80	4.0	6.0	—	—
60	5.0	7.0	6.0	8.0
50	5.5	7.5	7.0	9.0
40	6.0	8.0	8.0	10.0
35	6.5	8.5	8.5	10.0
30	7.0	9.0	9.0	10.0
25	7.5	9.5	9.5	10.0

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 575)

縦断勾配が変移する個所には、縦断曲線を設けるものとし、その曲線半径はランプの設計速度に応じ、次表の値以上とする。

表 2-12 縦断曲線

設計速度 (k m/h)	80	60	50	40	35	30	25
凸型縦断曲線半径 (m)	3,000	1,400	800	450	350	250	200
凹型縦断曲線半径 (m)	2,000	1,000	700	450	350	250	200
最小縦断曲線長 (m)	70	50	40	35	30	25	15

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 575)

6) 合成勾配

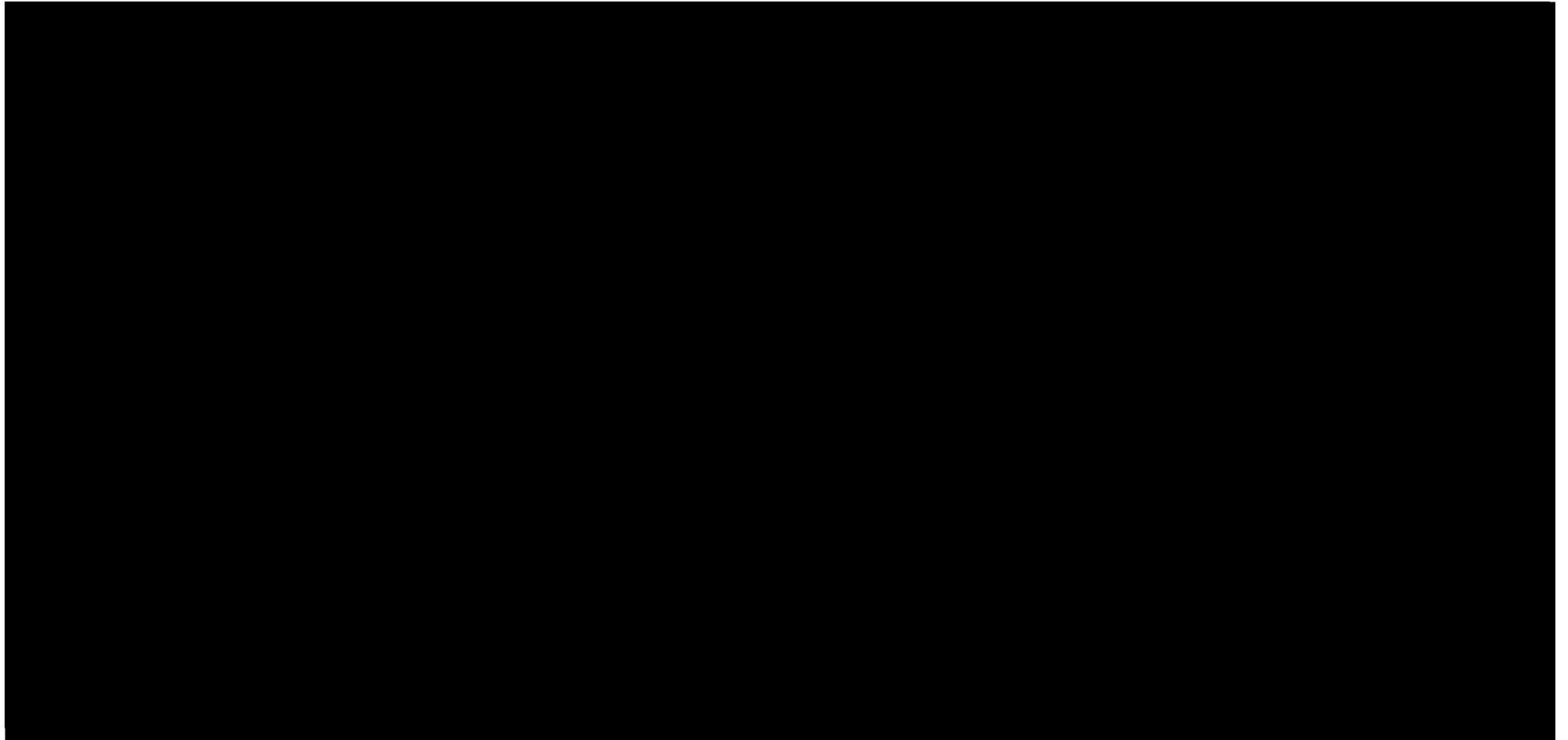
ランプの最大合成勾配は、当該ランプの設計速度に応じ、次表のとおりとする。

表 2-13 合成勾配

設計速度 (k m/h)	80	60	50	40	35	30	25
最大合成勾配 (%)	11.0	11.0	11.5	11.5	12.0	12.0	12.0

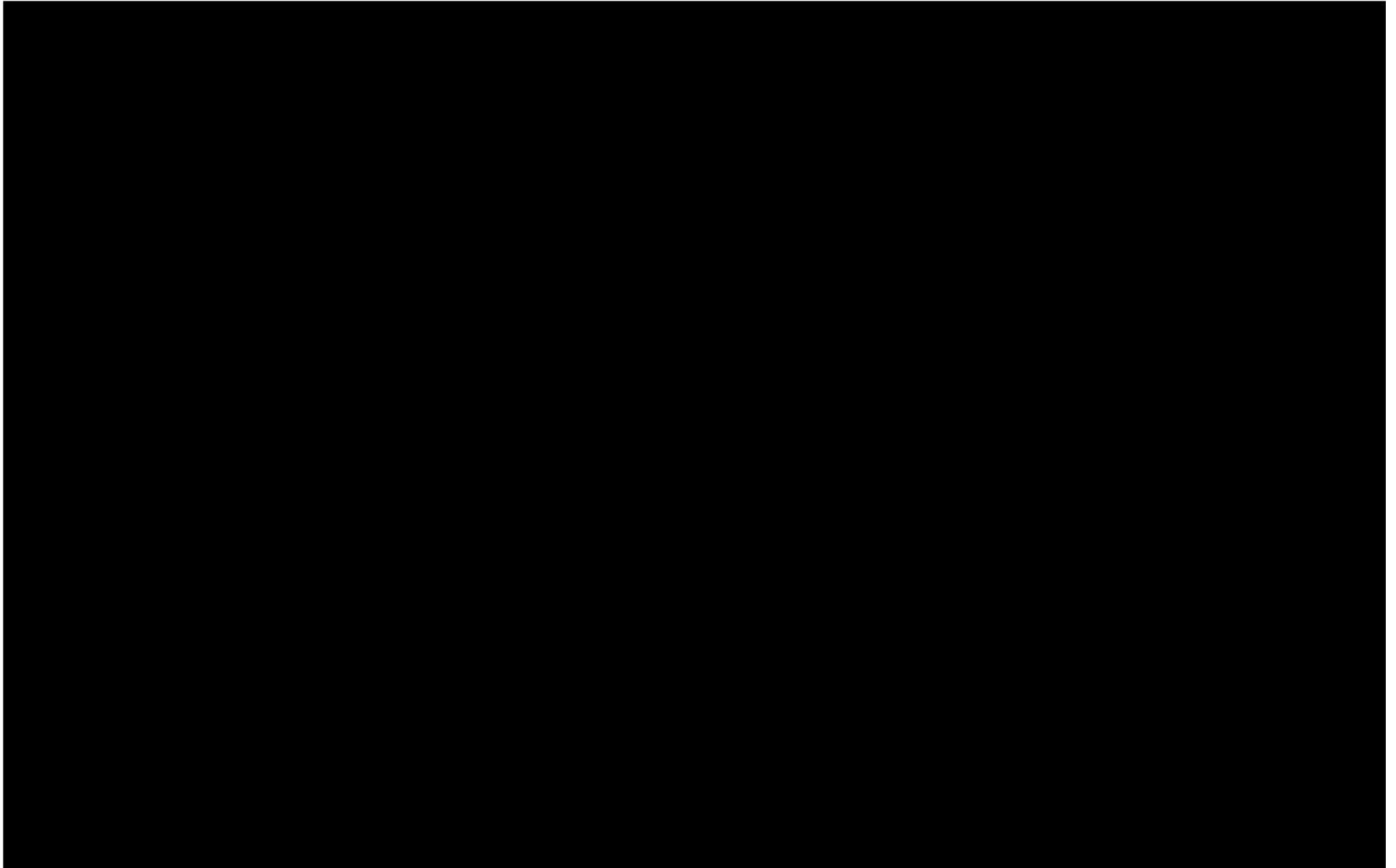
出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 575)

7) 幾何構造一覽表



2.1.1.2 比較案

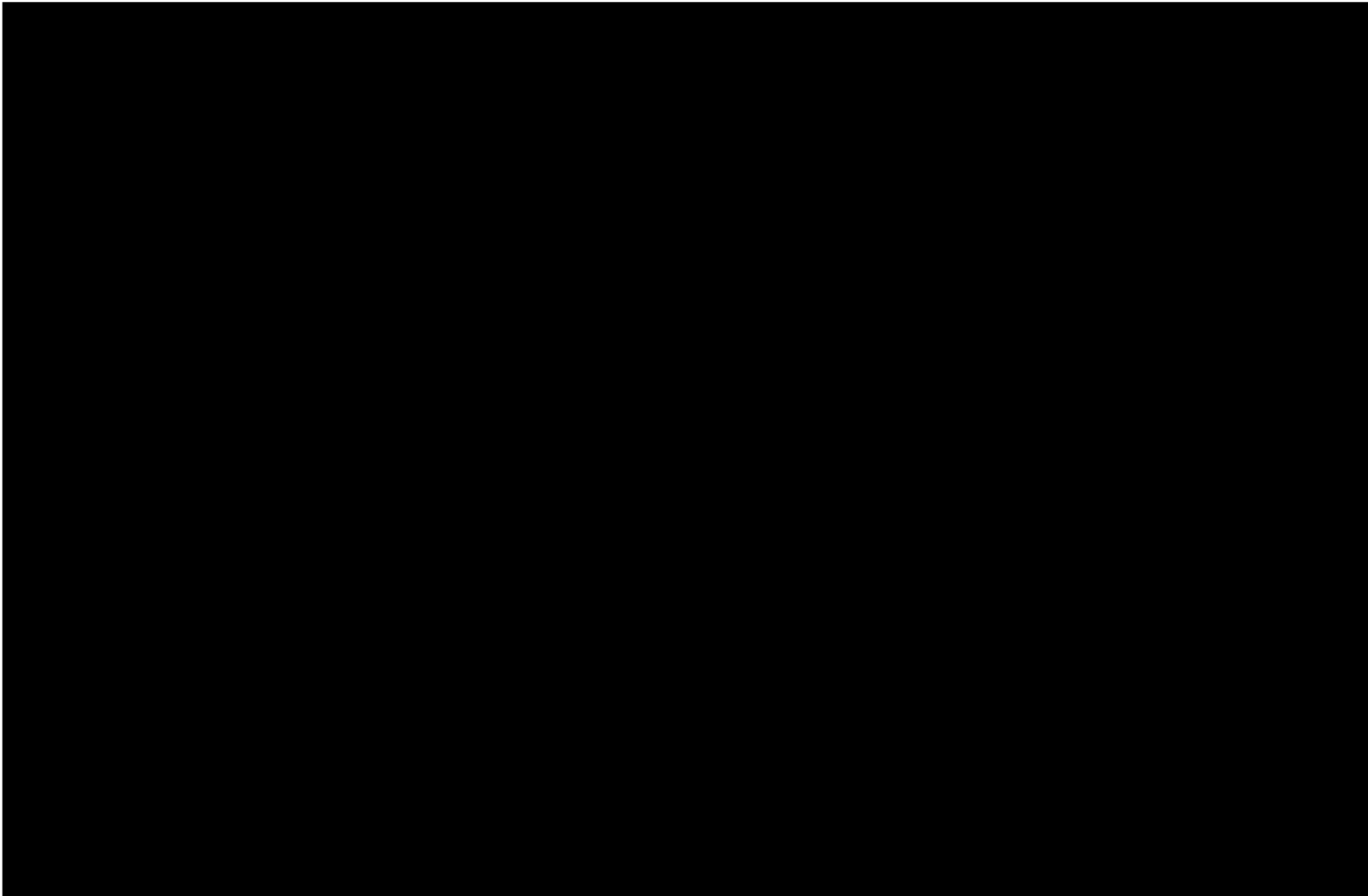
(1) フルアクセス案



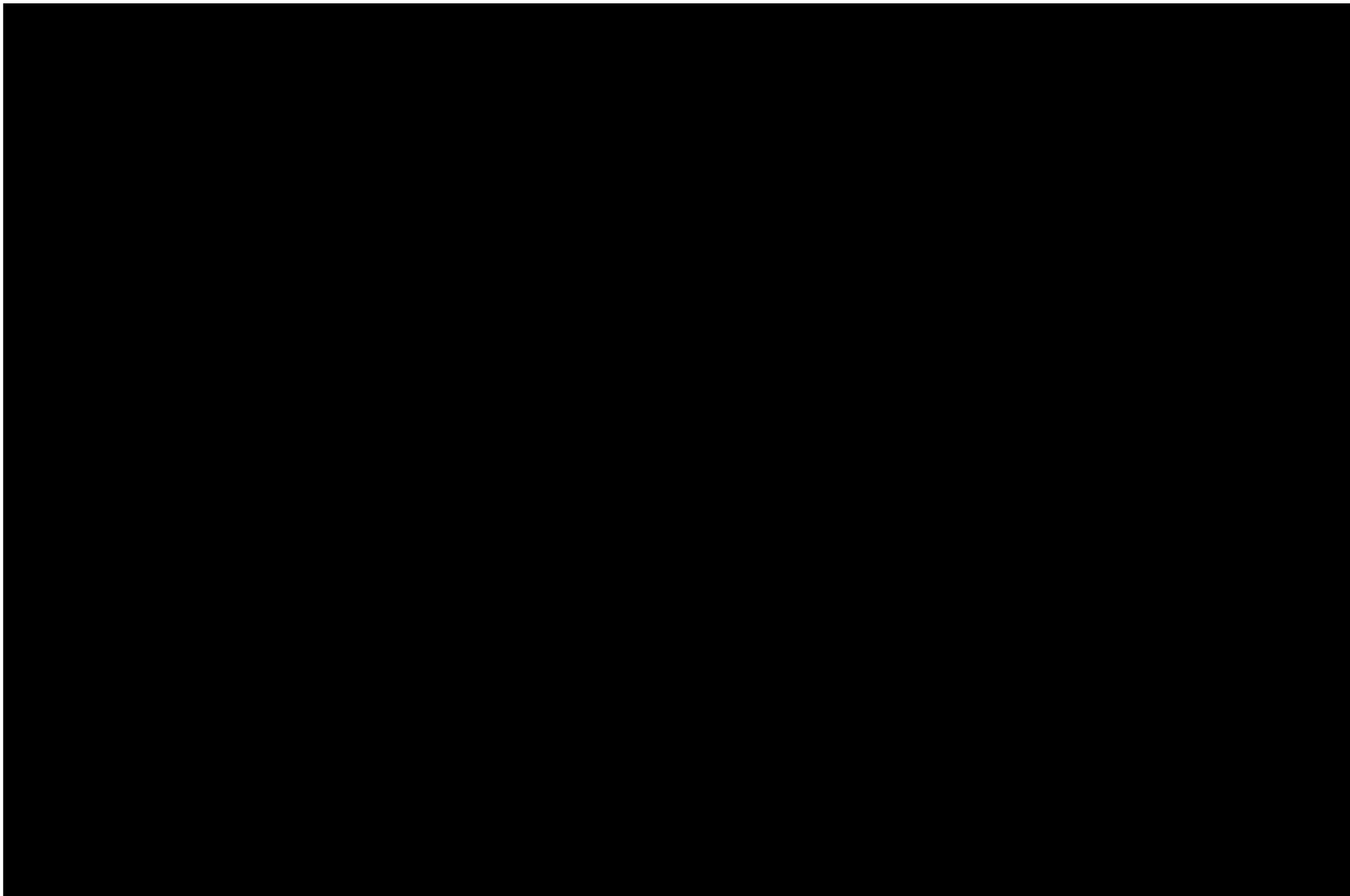
(2) 上りハーフアクセス実

(3) 下りハーフアクセス実

(4) 交通量根拠



(5) 比較の実施



2.2 中間② ICの詳細検討

既往成果を活用し連絡方法（フルアクセス、上りハーフ、下りハーフ、非接続）の整理・比較を実施する。

2.2.1 設計条件の整理

設計条件の整理にあたっては、以下に記す適用規定及び過年度成果を基に行うものとする。

表 2-15 適用規定

適用規定
道路構造令（以下、「構造令」という。）
道路構造令の解説と運用 令和3年3月 （社）日本道路協会（以下、「解説と運用」という。）

(1) 道路規格幅員

インターチェンジランプは、外環と一般道路を連絡する道路であることから、上級道路となる外環で位置付けている区分に対しランプ種別である規格が設定され、それに伴い設計速度及び標準的な横断面構成が定められることから以下に整理する。

1) ランプ規格

ランプの種別は、インターチェンジにより連結される道路のうち、上級の道路の区分に応じ次表を原則として、適用するものとする。

上級道路の区分	ランプ種別
第1種道路	A規格またはB規格（特別の場合D規格）
第2種道路	C規格（特別の場合A規格）
第3, 4種道路	B規格（特別の場合D規格）

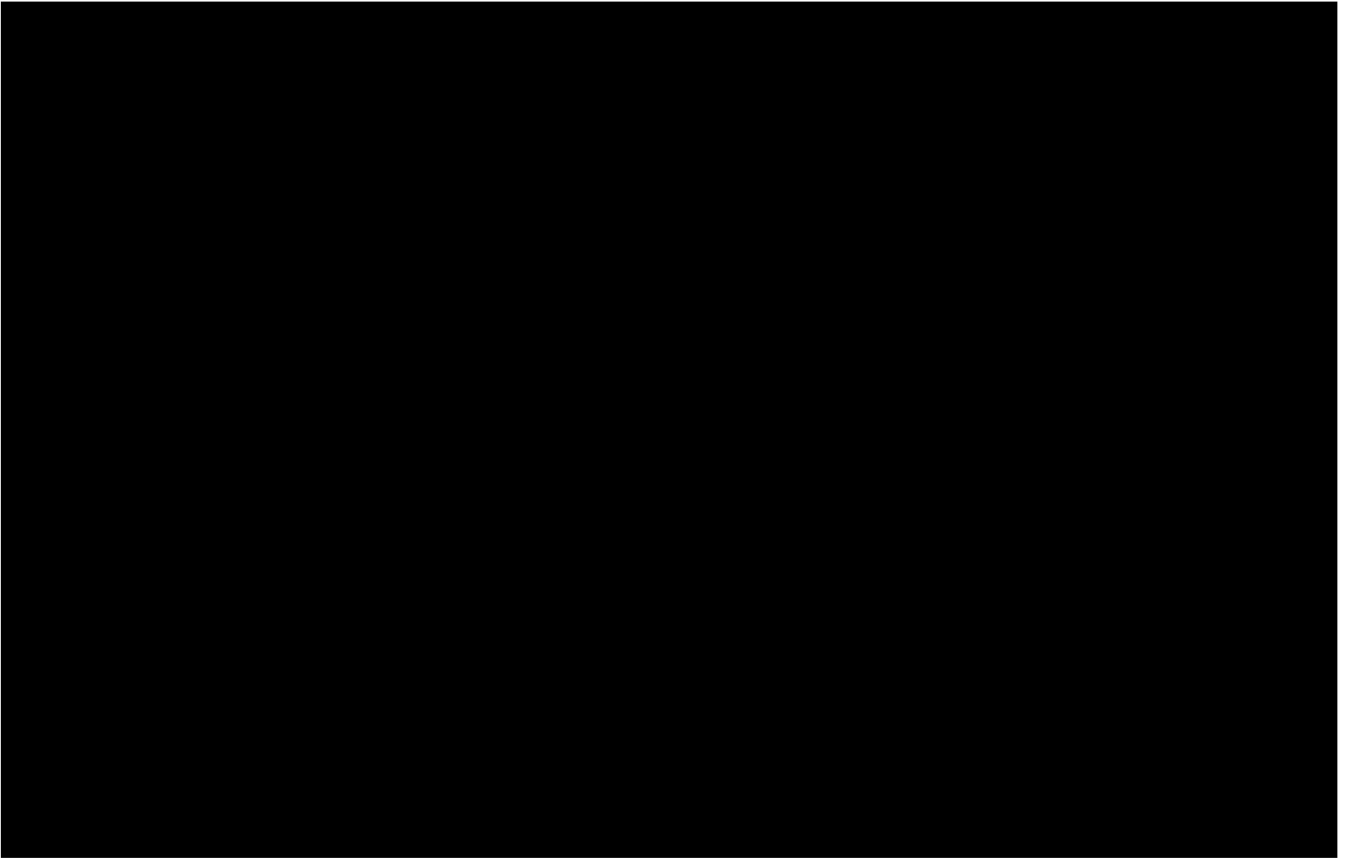
- ii) 上級道路が第2種の道路の場合は、通常ランプが構造物で築造されることが多いこと、利用する車がほとんど乗用車で占められること、用地条件が厳しいことなどを考慮して、C規格ランプの適用を標準とした。ただし、都市部およびその周辺にあっても、かなり広域にわたる地方的幹線の役割を果たし、大型車の混入率が高い第2種の道路では、第1種の道路に準じて、A規格ランプを用いることとしたものである。

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 569, 579, 580)

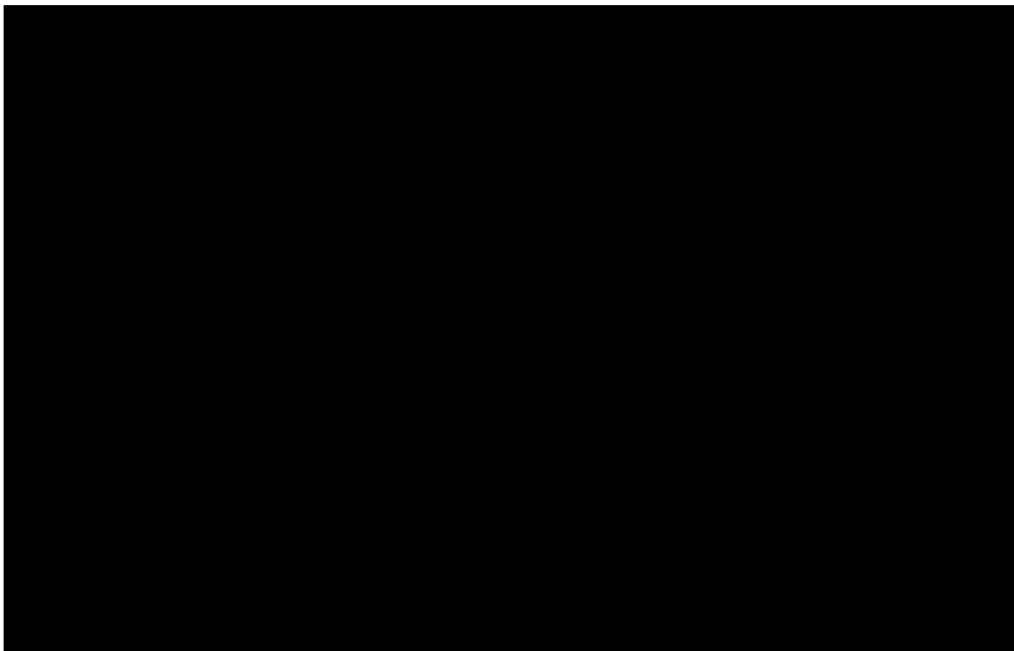
2) 車線数

表 2-16 車線数

3) 横断面構成



4) 横断面構成



(2) 幾何構造

1) 設計速度

道路構造令の解説と運用をもとに、インターチェンジのランプの設計速度を下表のとおり定義する。

表 2-18 設計速度の整理

設計速度 (km/h)			上級道路										
			第1種・第2種道路					第3種道路					
			120	100	80	60	50	40	80	60	50	40	
下級道路	第1種・第2種道路	120	80 60 50 (40)										
		100	80 60 50 (40)	80 60 50 (40)									
		80	80 60 50 40	60 50 40	60 50 40								
		60	60 50 40	60 50 40	60 50 40	60 50 40							
		50	50 40	50 40	50 40	50 40	50 40						
		40	40	40	40	40	40	40					
	第3種道路	80	60 50 40	60 50 40	50 40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	50 40 35				
		60	50 40	50 40	50 40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	50 40 35	50 40 35 30			
		50	50 40	50 40	50 40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	50 40 35	40 35 30	40 35 30		
		40	40	40	40 35	40 35 30	40 35 30	40 35 30	40 35 30	40 35 30	40 35 30	40 35 30	
	第4種道路 または 一時停止		40 35 30	40 35 30	40 35 30 25	40 35 30 25	40 35 30 25	40 35 30 25	40 35 30 25	30 25	30 25	30 25	

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.567)

2) 最小曲線半径と曲線部の片勾配

ランプの曲線部における車線の中心線の曲線半径は、当該ランプの設計速度に応じ、次表の曲線半径の欄に掲げる標準の場合の値以上とするものとする。ただし、地形の状況その他特別な理由によりやむ

を得ない場合においては、特別な場合の値まで縮小することができる。なお、特別な場合の値を適用する場合には、当該インターチェンジの存する地域の積雪寒冷の度に応じ各々定めた値以上を用いるものとする。

表 2-19 最小曲線半径

設計速度 (km/h)	最小曲線半径 (m)			
	標準の場合	特別な場合		
		積雪寒冷地域		その他の地域
		積雪寒冷の度が はなはだしい地域	その他の地域	
80	280	280	250	230
60	140	130	120	110
50	90	80	70	70
40	50	45	40	40
35	40	35	30	30
30	30	25	25	20
25	20	20	15	15

ランプ曲線部には、積雪寒冷の度に応じ、下表の最大片勾配の欄に掲げる値以下で適切な片勾配を付するものとする。

表 2-20 最大片勾配

インターチェンジの存する地域		最大片勾配
積雪寒冷地域	積雪寒冷の度がはなはだしい地域	6
	その他の地域	8
その他の地域		10

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.571)

片勾配の値は、設計速度及び当該曲線部の当該車線の曲線半径の値（2車線ランプにあっては、車道の中心における曲線半径の値）に応じ、下表のとおりとする。

表 2-21 曲線半径と片勾配の関係

曲線半径 (m)				片勾配 (%)
80km/h	60km/h	50km/h	40, 35, 30, 25km/h	
280 未満	140 未満	90 未満	50 未満	10
280 以上 330 未満	140 以上 180 未満	90 以上 120 未満	50 以上 70 未満	9
330 以上 380 未満	180 以上 220 未満	120 以上 160 未満	70 以上 90 未満	8
380 以上 450 未満	220 以上 270 未満	160 以上 200 未満	90 以上 130 未満	7
450 以上 540 未満	270 以上 330 未満	200 以上 240 未満	130 以上 160 未満	6
540 以上 670 未満	330 以上 420 未満	240 以上 310 未満	160 以上 210 未満	5
670 以上 870 未満	420 以上 560 未満	310 以上 410 未満	210 以上 280 未満	4
870 以上 1,240 未満	560 以上 800 未満	410 以上 590 未満	280 以上 400 未満	3
1,240 以上 3,500 未満	800 以上 2,000 未満	590 以上 1,300 未満	400 以上 800 未満	2

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 572)

3) 緩和曲線

緩和曲線としてクロソイド曲線を用いる場合には、その最小パラメータの大きさは、原則として次表のとおりとする。

表 2-22 緩和曲線のパラメータ

設計速度 (km/h)	80	60	50	40	35	30	25
最小パラメータ (m)	140	70	50	35	30	20	15

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 574)

緩和曲線を省略できる曲線半径の最小値は次表のとおりとする。

表 2-23 緩和曲線を省略できる曲線半径の最小値

設計速度 (km/h)	80	60	50	40	35	30	25
最小曲線半径 (m)	800	350	220	140	140	140	140

出典：「道路構造令の解説と運用」(P. 574)

4) 片勾配のすりつけ及び制動停止視距

片勾配および拡幅のすりつけは、「道路構造令の解説と運用 III. 第3章」において定める規定およびその主旨を準用して行うものとする。

ランプの視距の最小値は、当該ランプの設計速度に応じ、それぞれ次表のとおりとする。

表 2-24 片勾配のすりつけ及び制動停止視距

設計速度 (km/h)	80	60	50	40	35	30	25
視 距 (m)	110	75	55	40	35	30	25

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.574)

5) 縦断勾配及び縦断曲線

ランプの最急縦断勾配は、上級側本線の道路区分および当該ランプの設計速度に応じ、次表のとおりとする。

表 2-25 最急縦断勾配

設計速度 (k m/h)	最急縦断勾配 (%)			
	第 1 種		第2種・第3種・第4種	
	規定値	特例値	規定値	特例値
80	4.0	6.0	—	—
60	5.0	7.0	6.0	8.0
50	5.5	7.5	7.0	9.0
40	6.0	8.0	8.0	10.0
35	6.5	8.5	8.5	10.0
30	7.0	9.0	9.0	10.0
25	7.5	9.5	9.5	10.0

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.575)

縦断勾配が変移する個所には、縦断曲線を設けるものとし、その曲線半径はランプの設計速度に応じ、次表の値以上とする。

表 2-26 縦断曲線

設計速度 (k m/h)	80	60	50	40	35	30	25
凸型縦断曲線半径 (m)	3,000	1,400	800	450	350	250	200
凹型縦断曲線半径 (m)	2,000	1,000	700	450	350	250	200
最小縦断曲線長 (m)	70	50	40	35	30	25	15

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.575)

6) 合成勾配

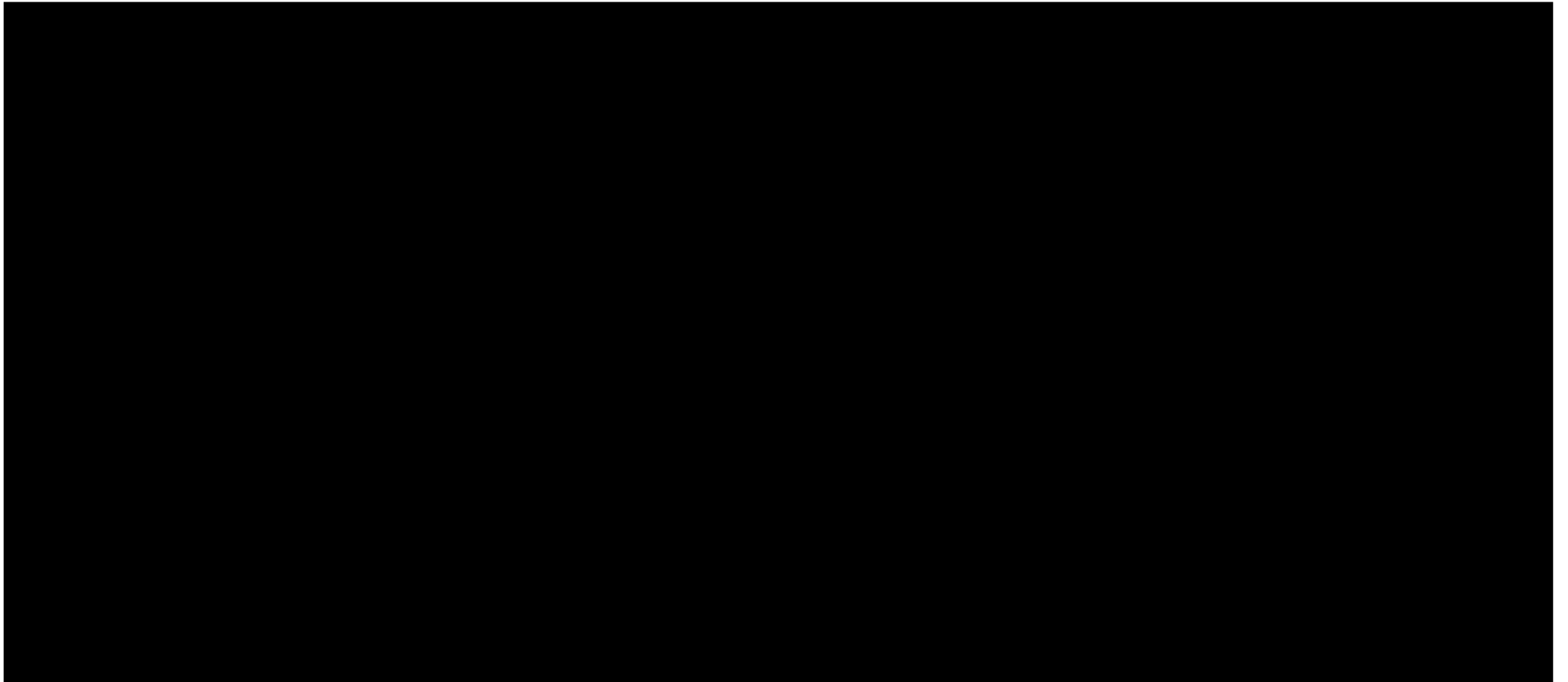
ランプの最大合成勾配は、当該ランプの設計速度に応じ、次表のとおりとする。

表 2-27 合成勾配

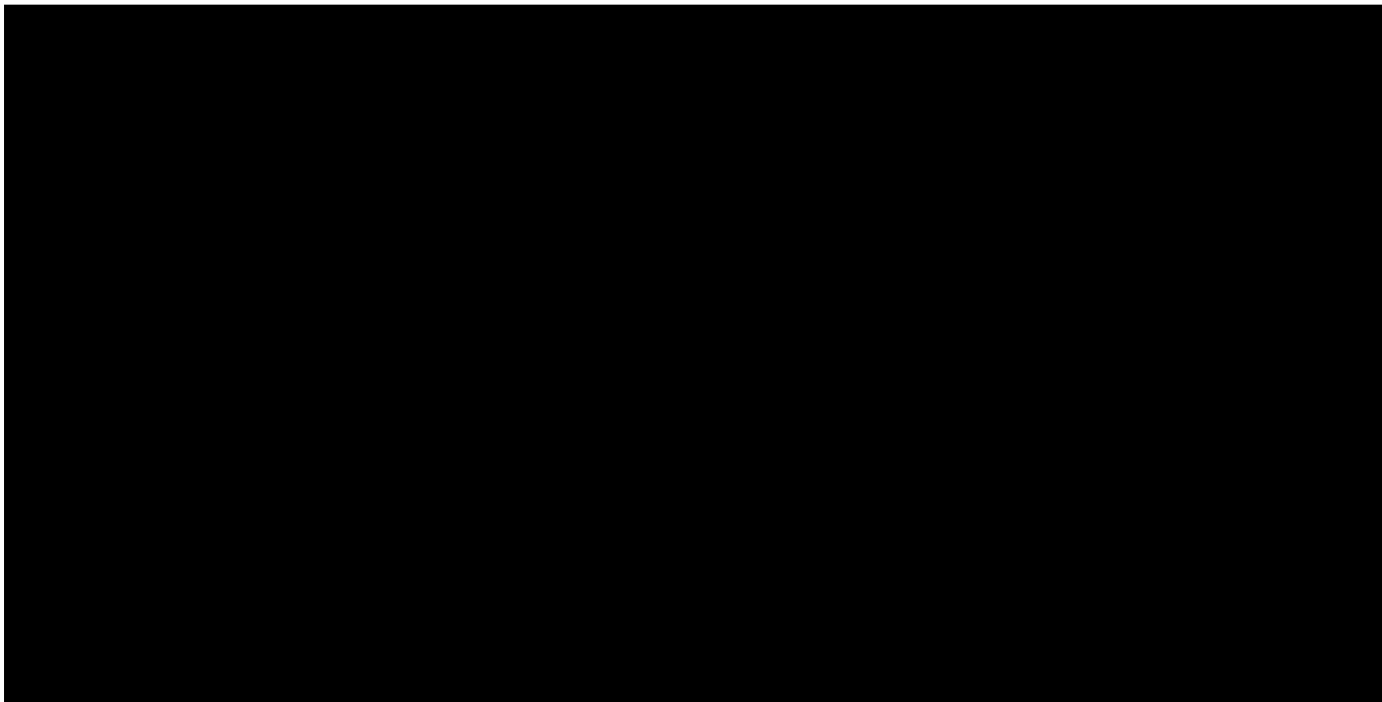
設計速度 (k m/h)	80	60	50	40	35	30	25
最大合成勾配 (%)	11.0	11.0	11.5	11.5	12.0	12.0	12.0

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.575)

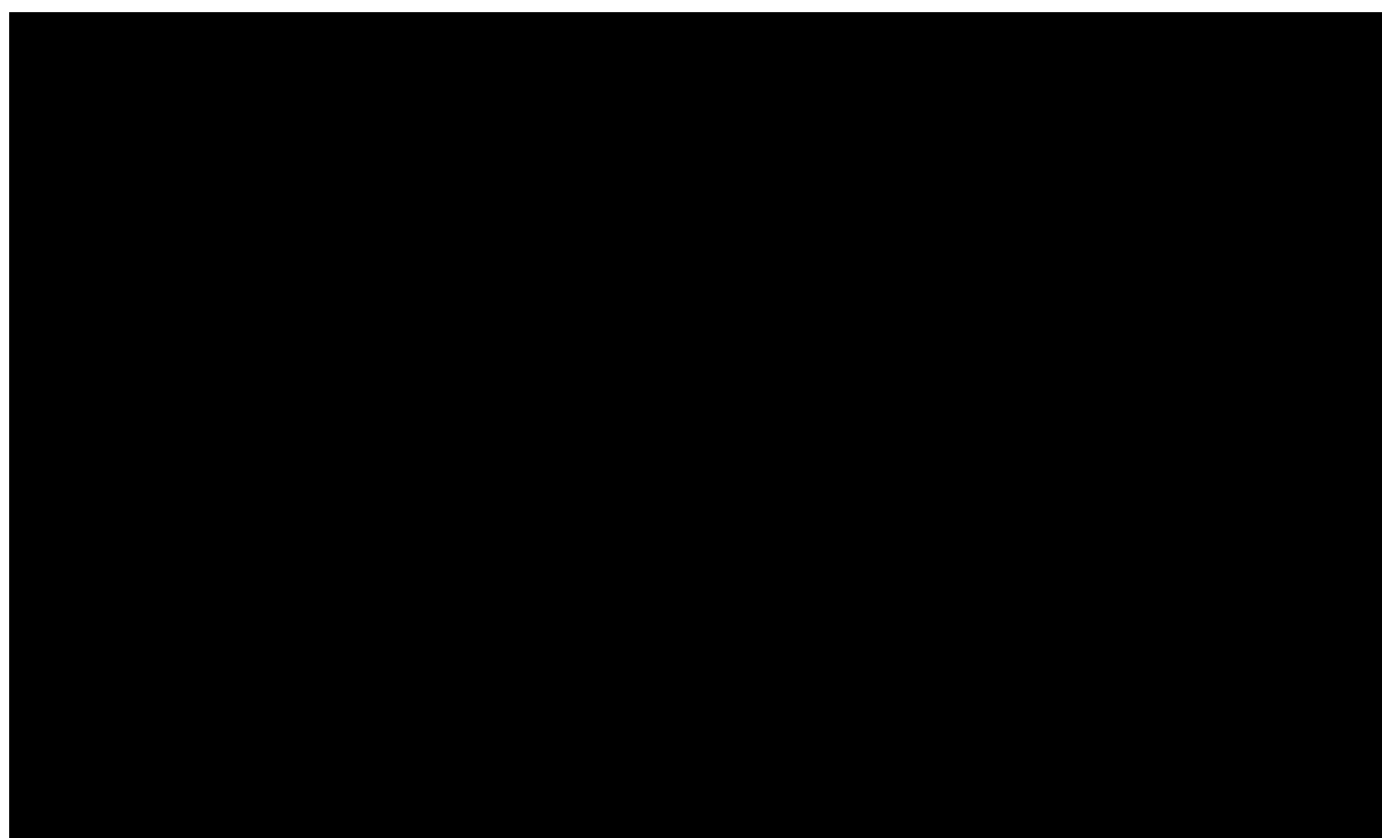
7) 幾何構造一覽表

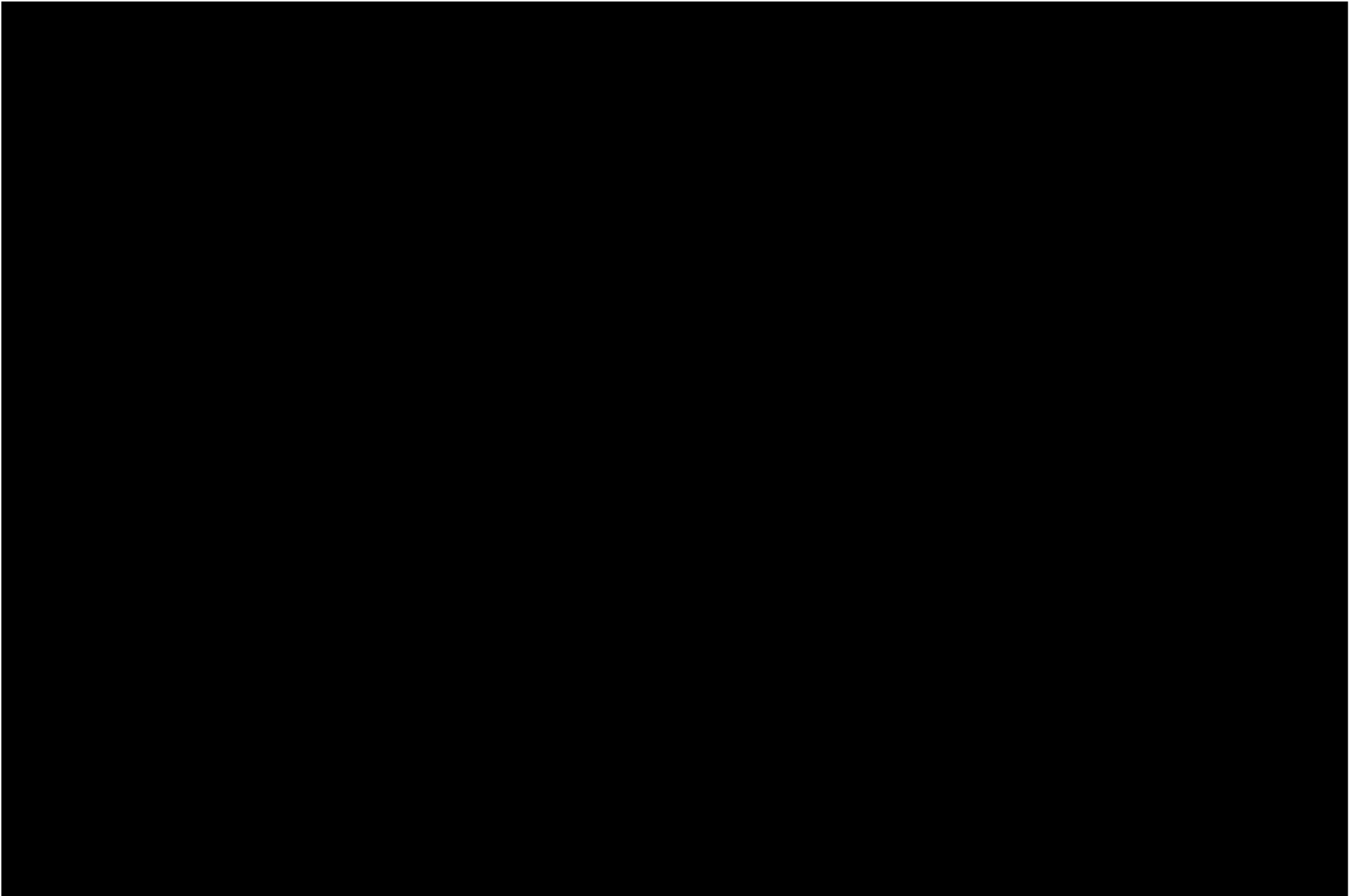


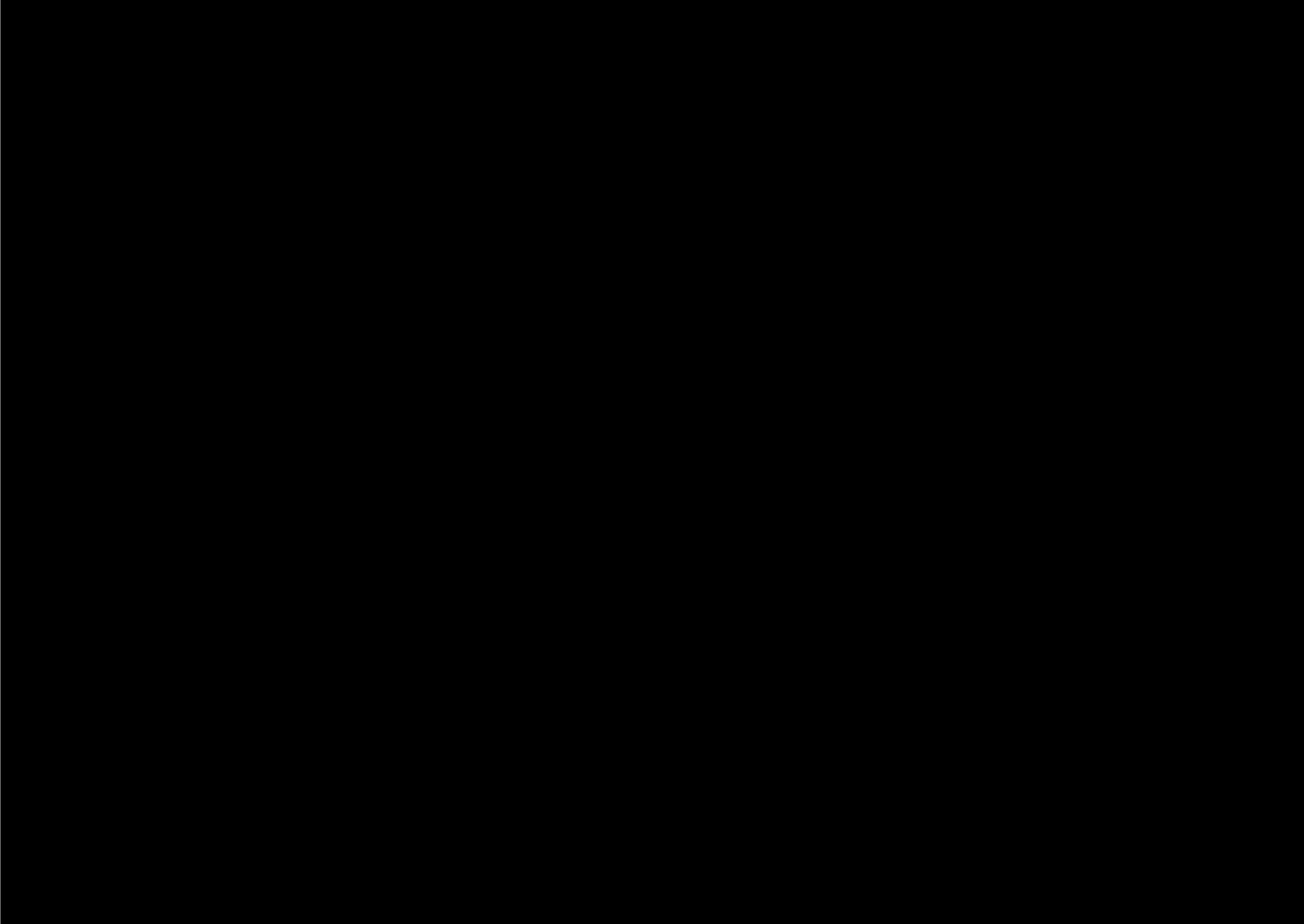
2.2.2 接続条件

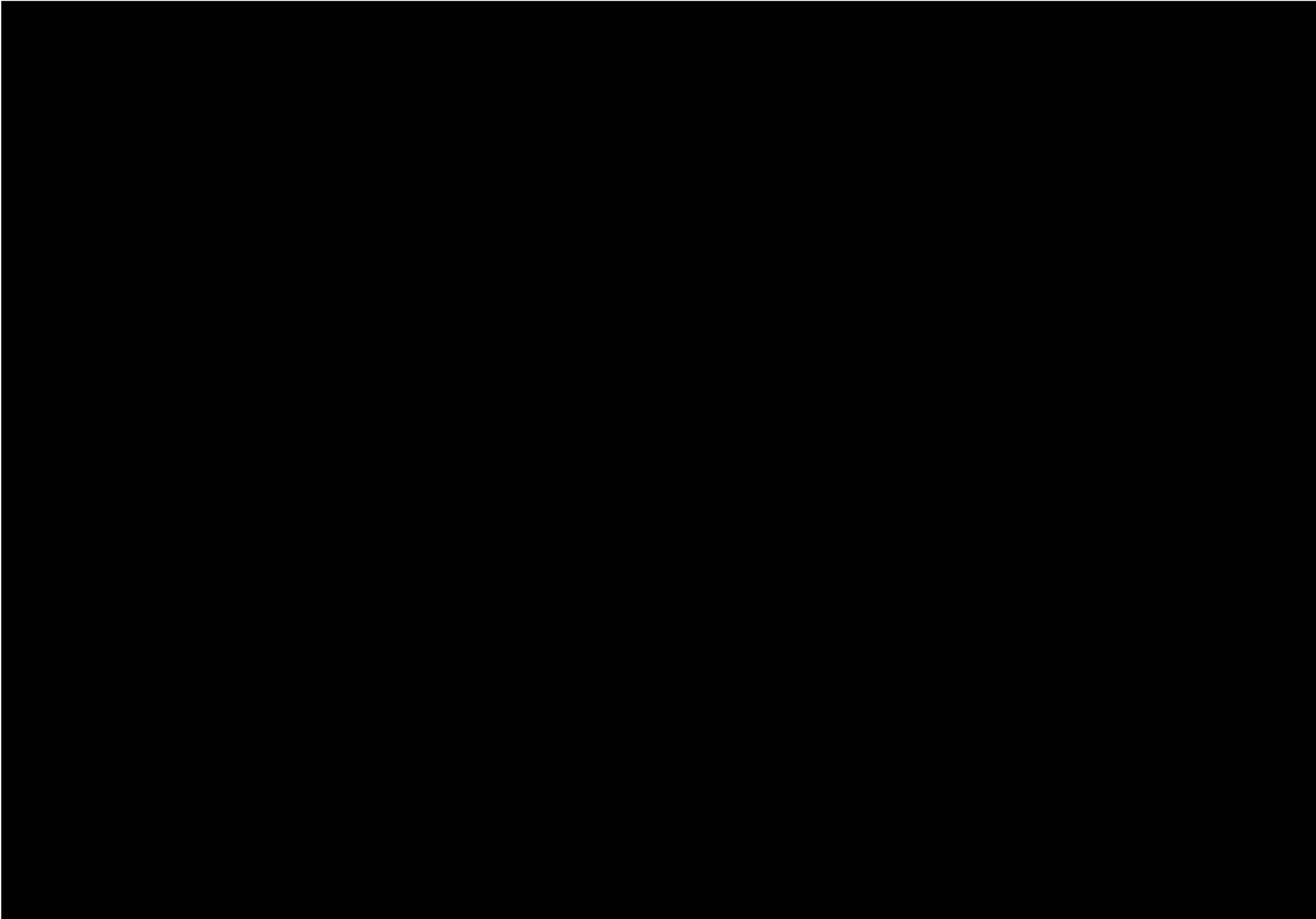


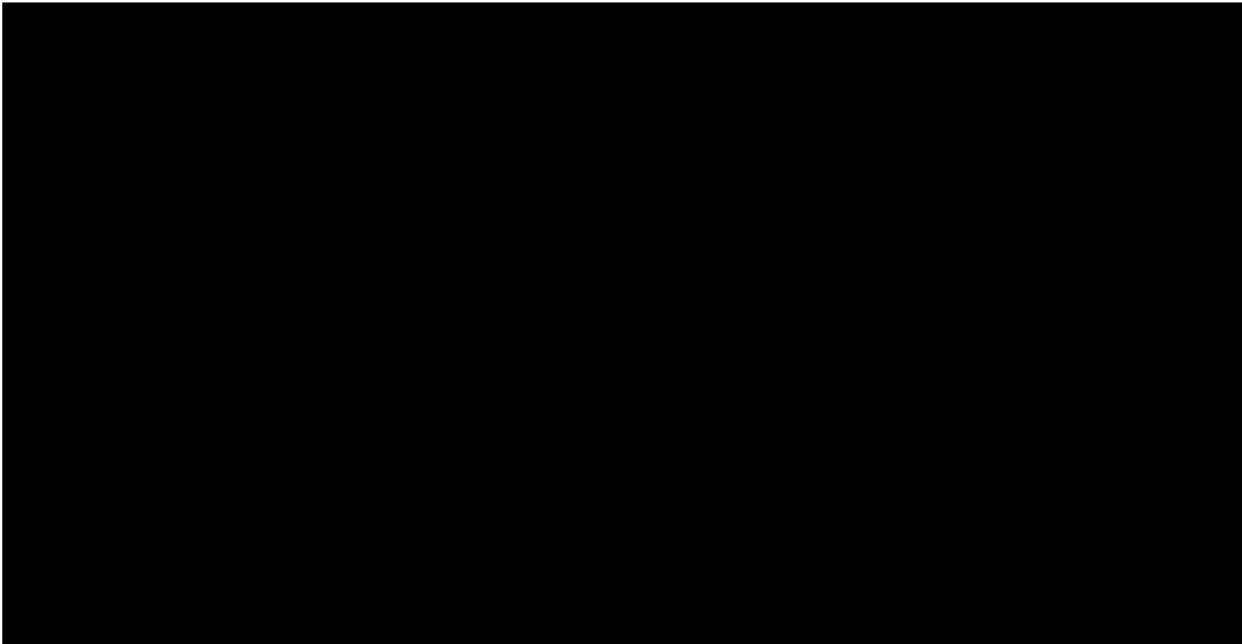
2.2.3 コントロールポイントの整理



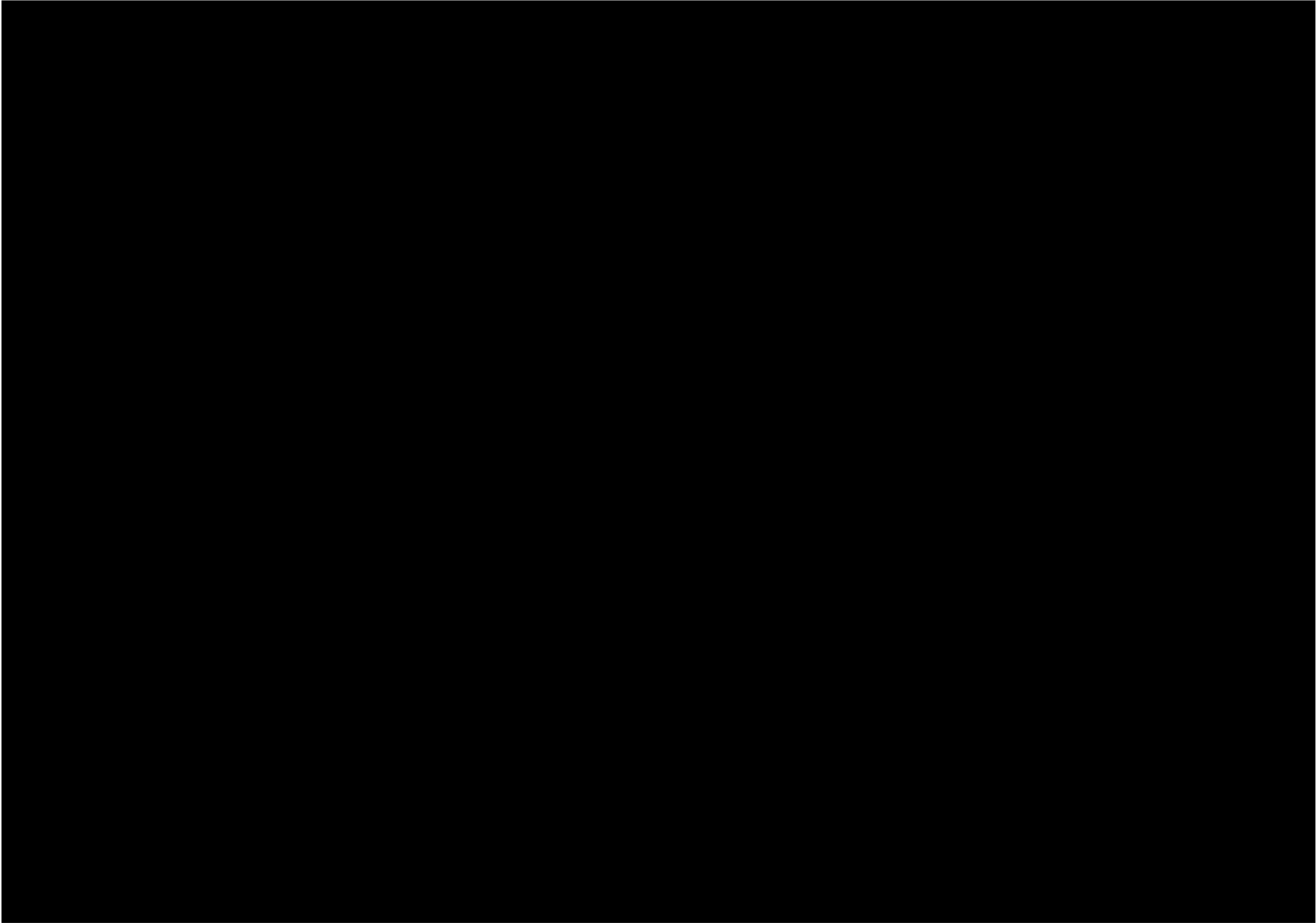


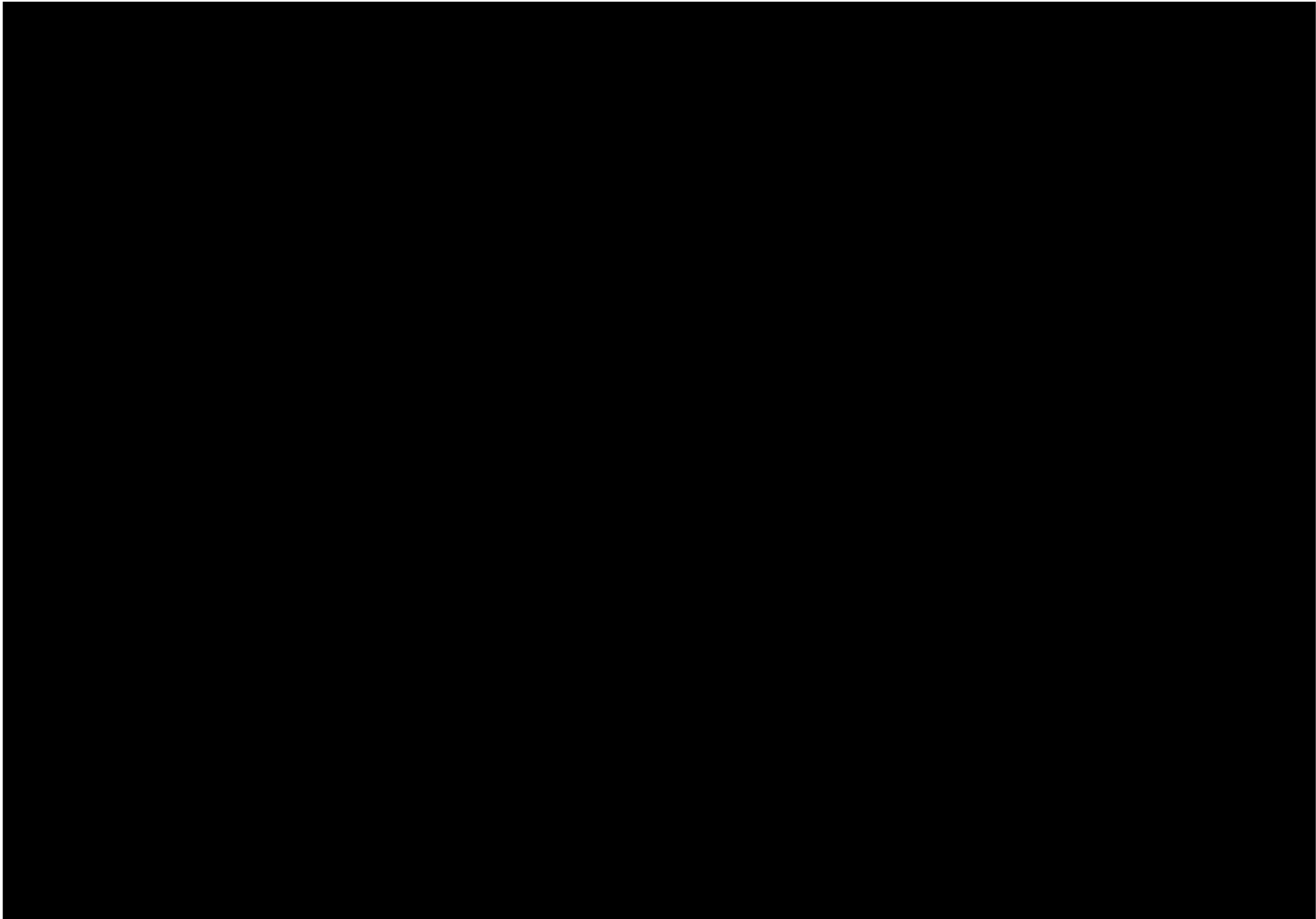




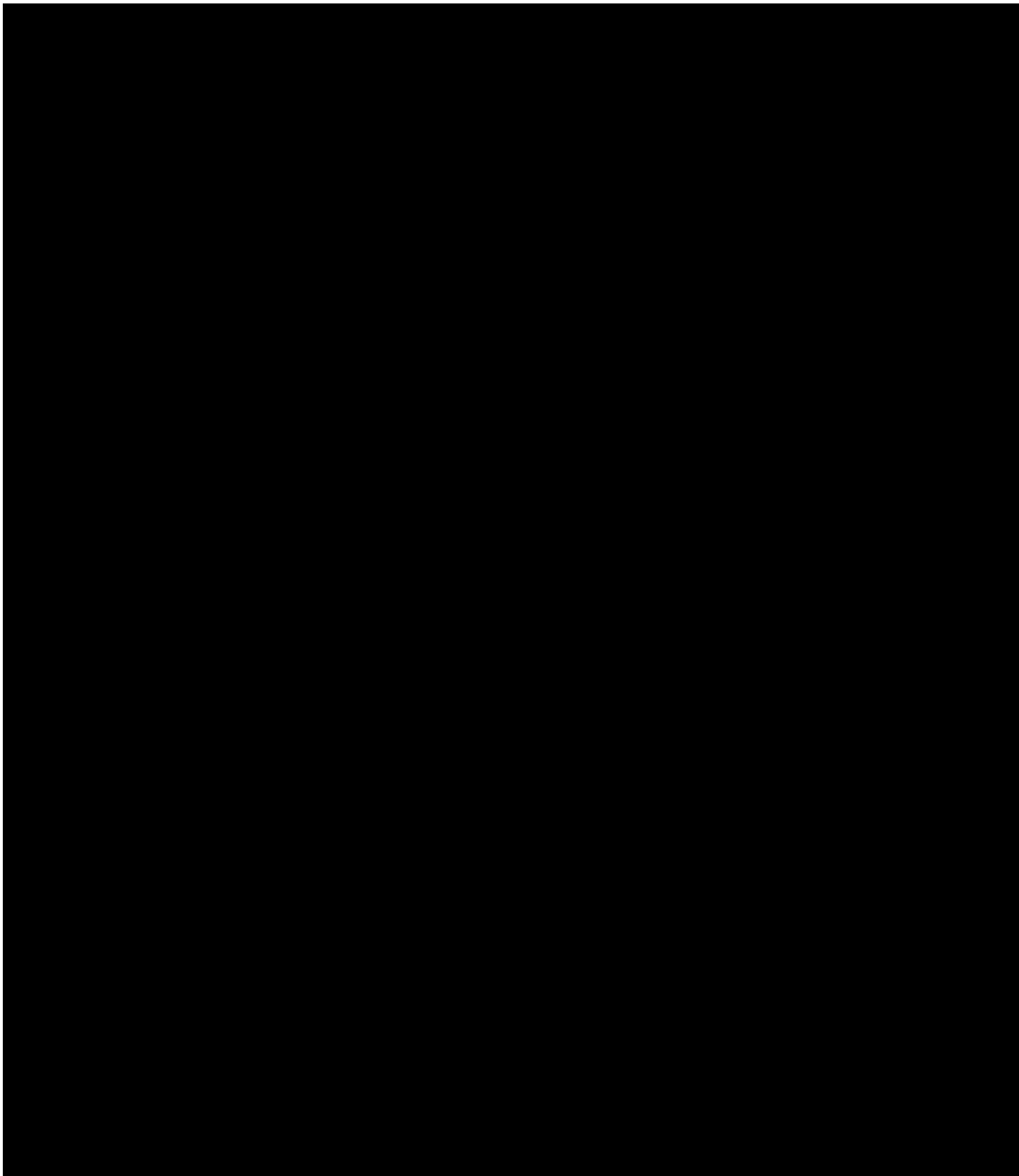


次項に概略図と課題平面図を示す。



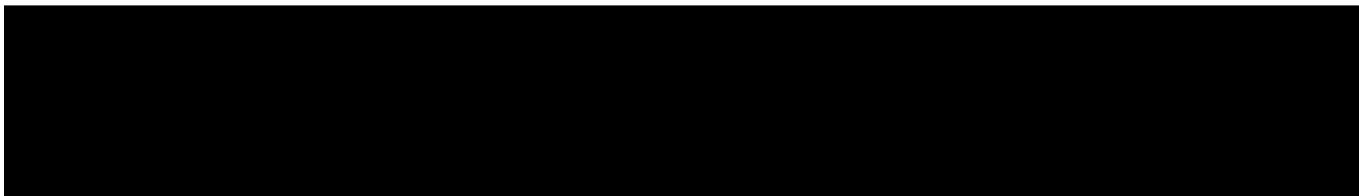


2.2.4 平面計画



2.2.5 比較検討

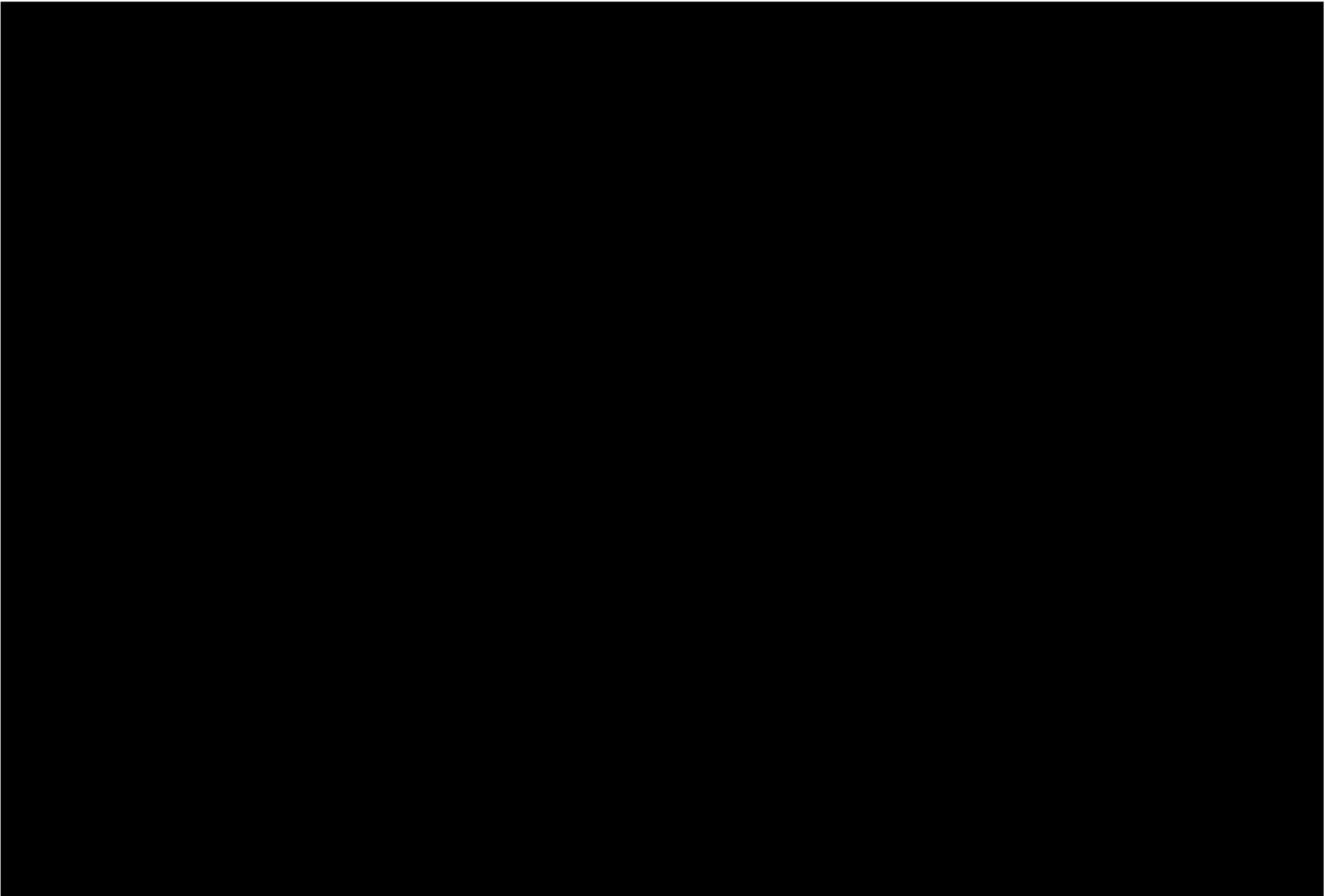
(1) フルアクセス IC 形状の比較



2) 検討案 1 と検討案 2 の比較

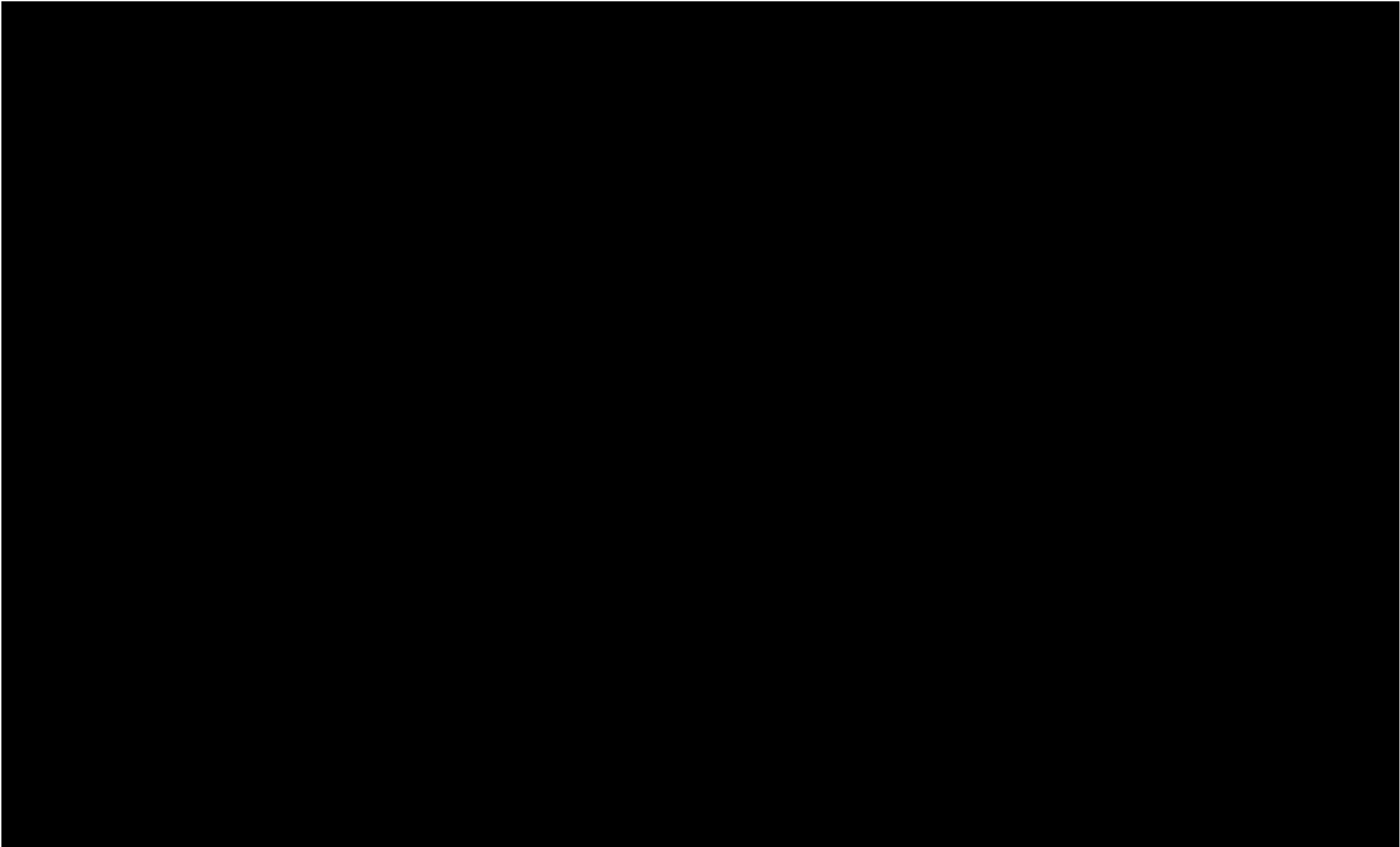


次項に比較表を示す。



(2) フルアクセス IC 案(検討案 2)とーフアクセス案の比較

フルアクセス IC(検討案 2) とーフアクセス IC 案の比較を行った。
次項に比較表を示す。



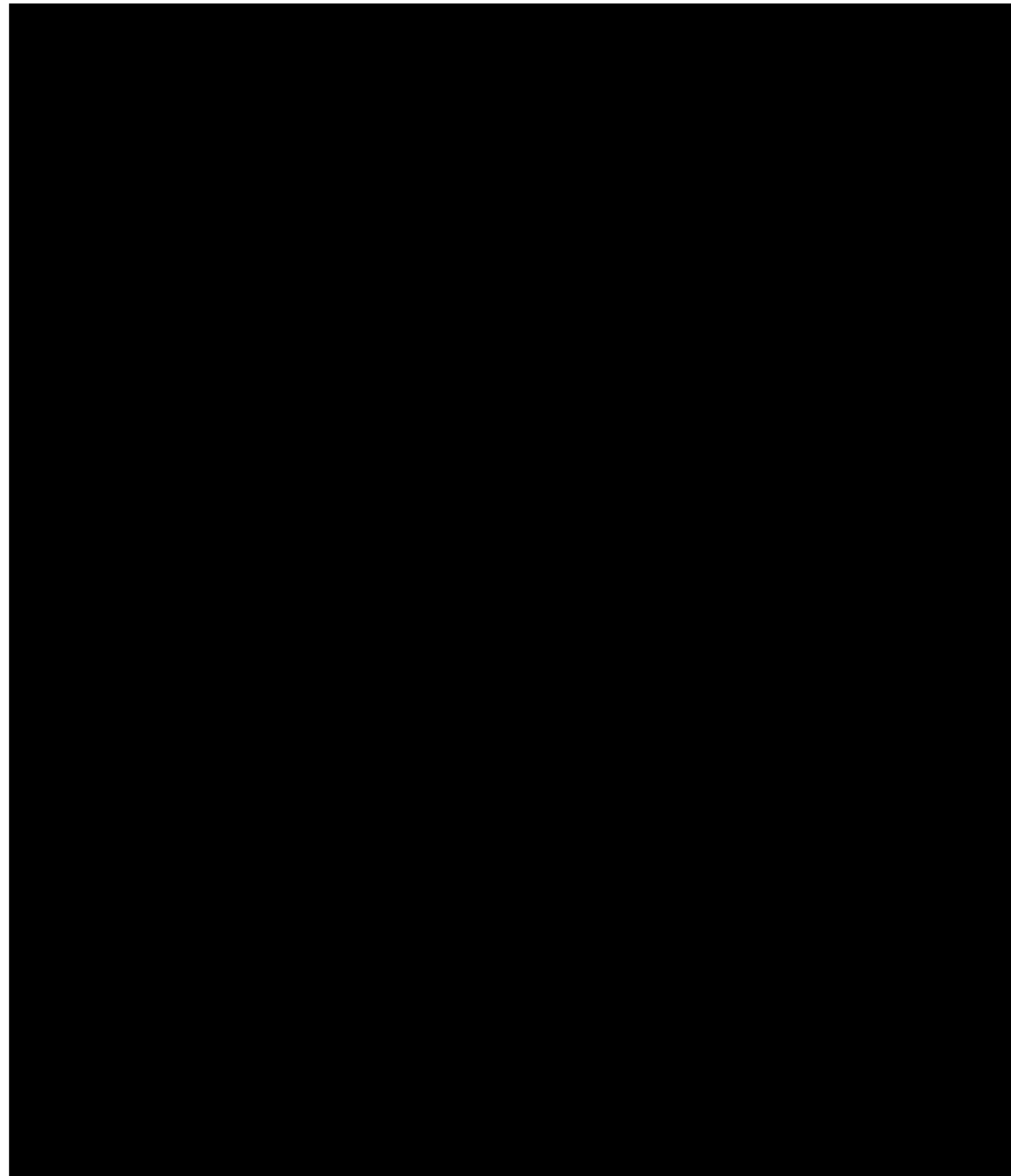
3 代表断面での構造検討

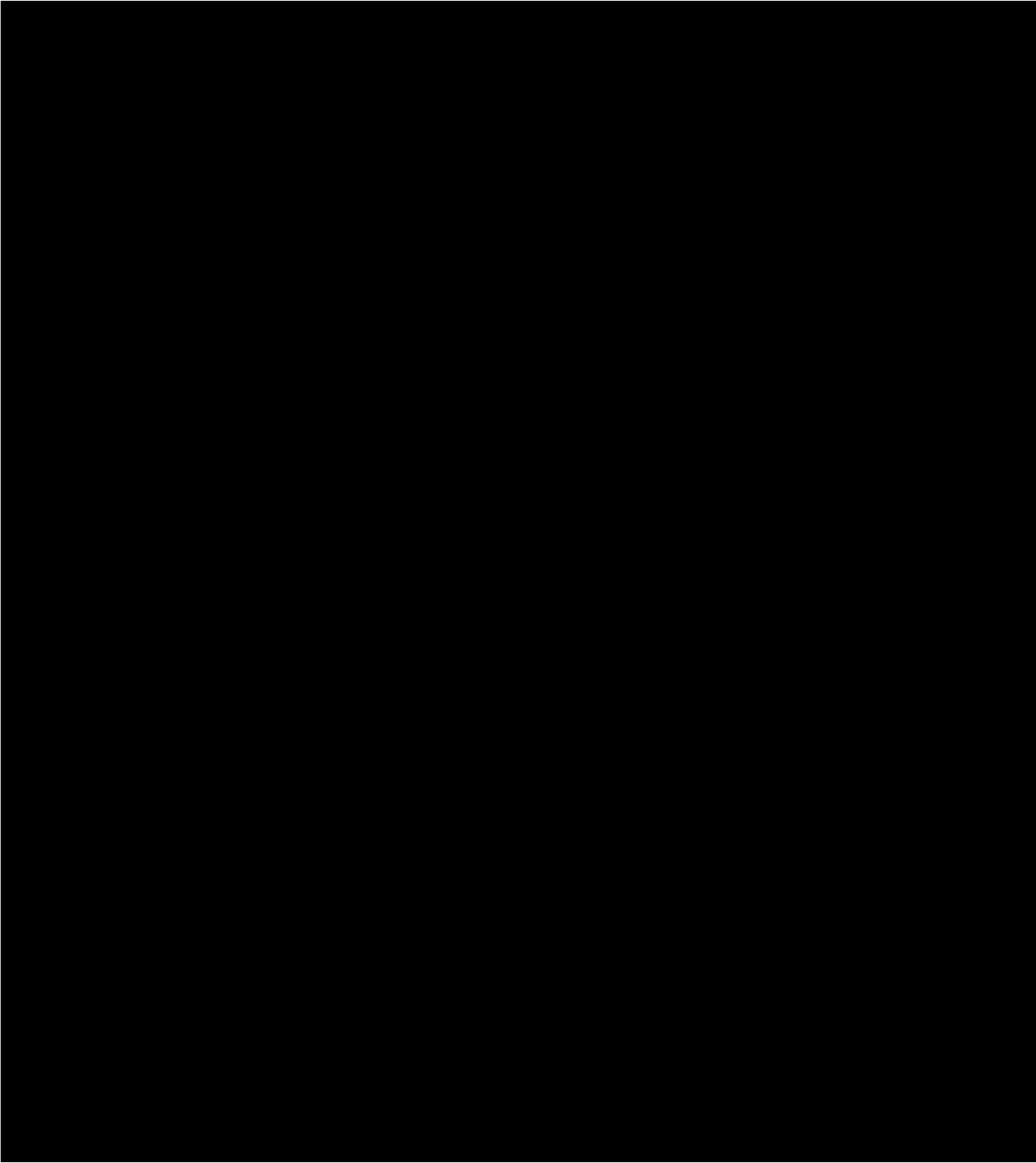
3.1 代表断面での構造検討

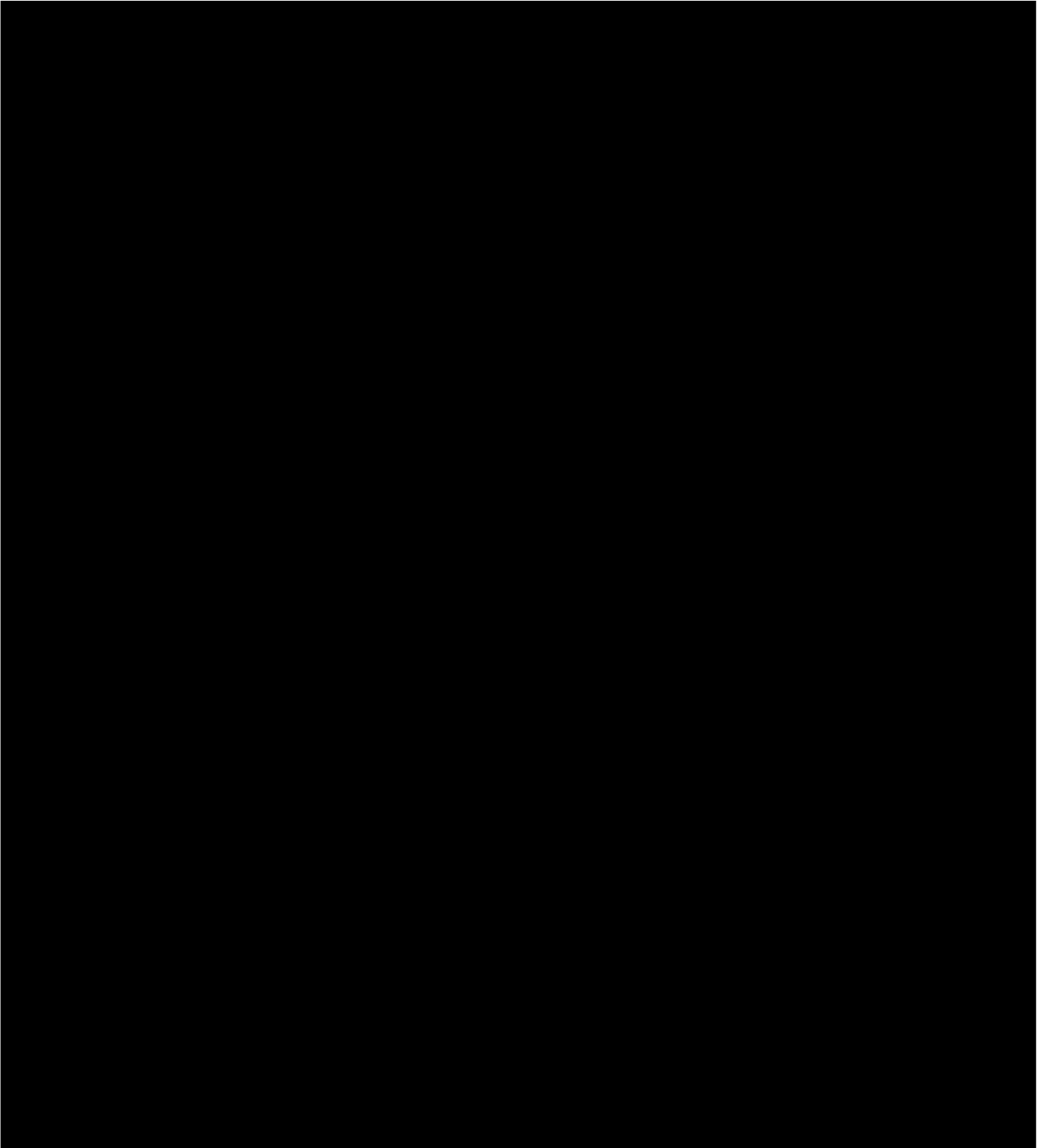
3.1.1 概要

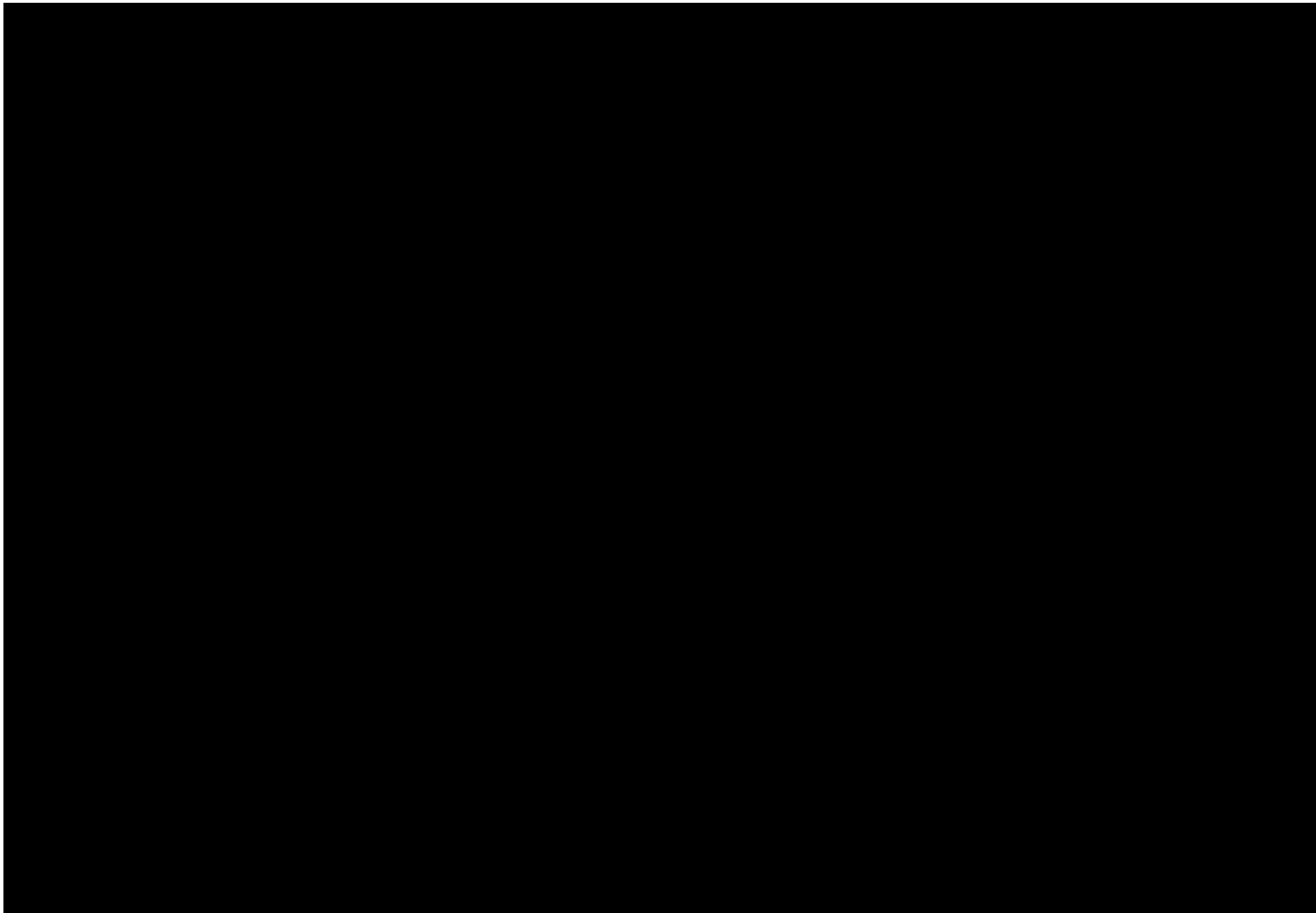


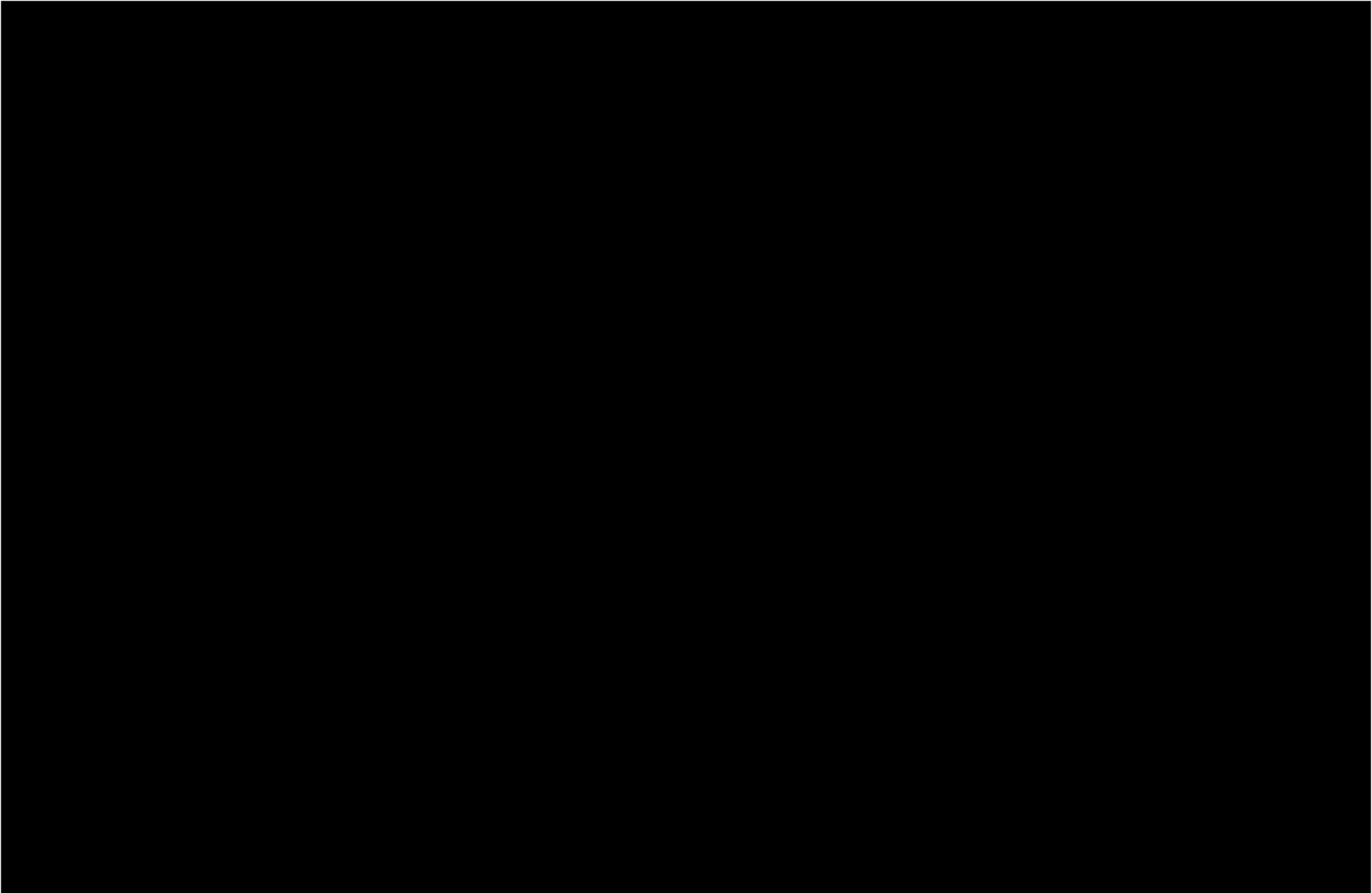
3.1.2 東名以南全体の構造整理



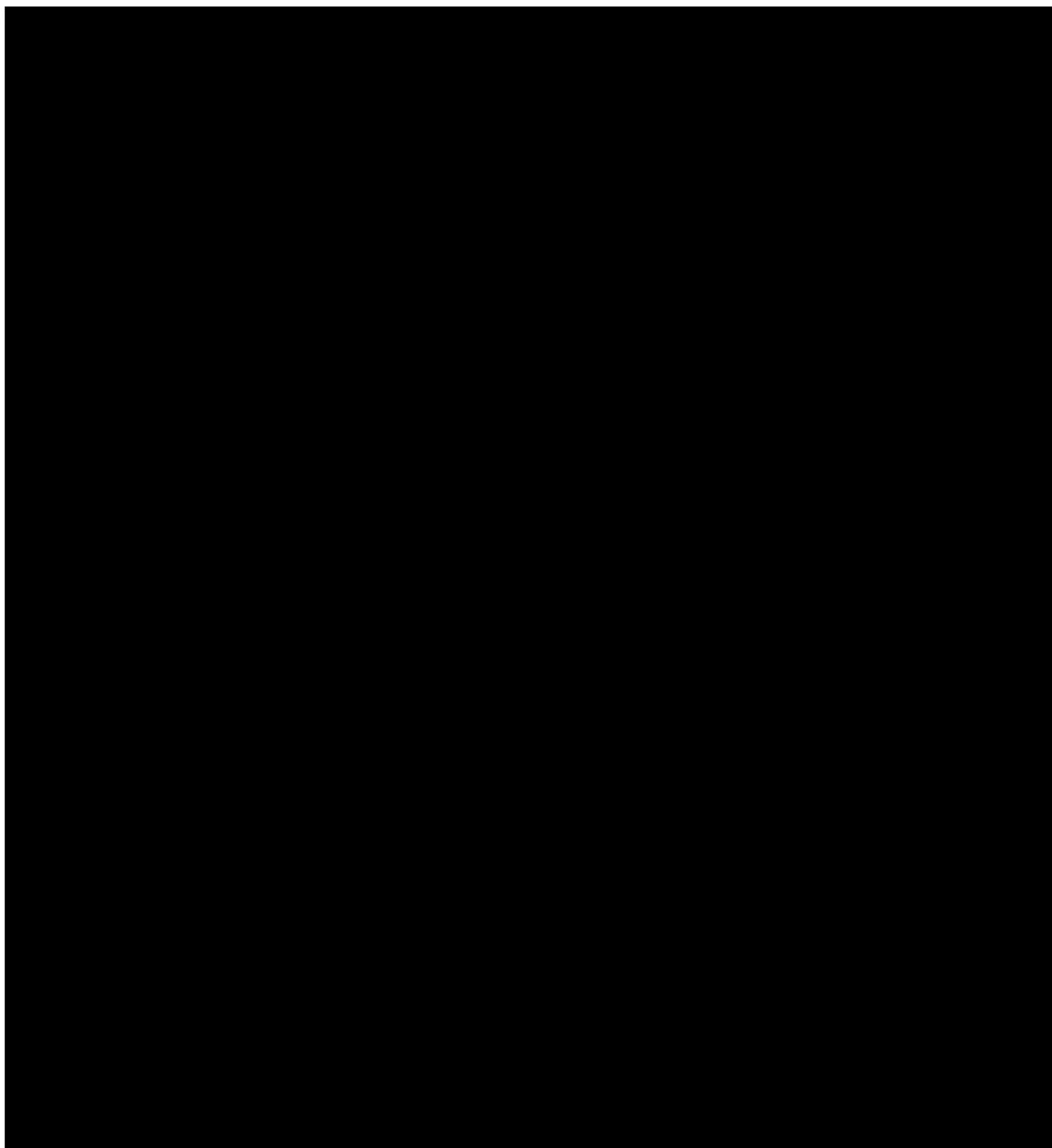








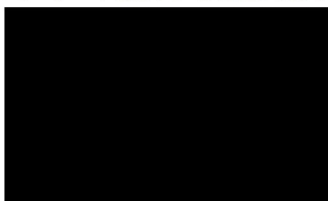
3.1.3 本検討での検討内容



3.1.4 検討条件

設定条件を以下に示す。

(1) 車線および路肩幅員



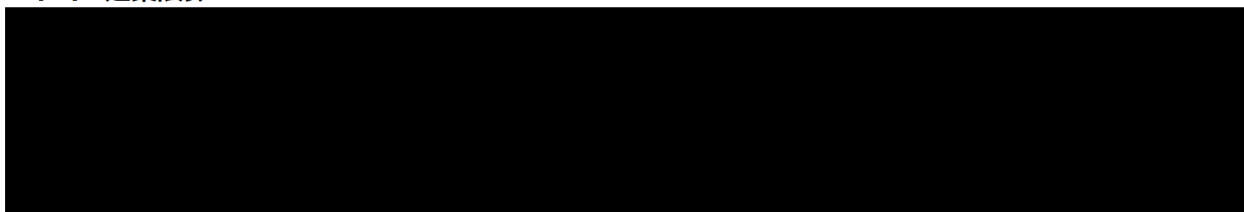
(2) 設計速度



(3) 道路横断勾配



(4) 建築限界



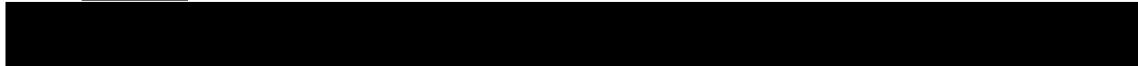
(5) 内装余裕



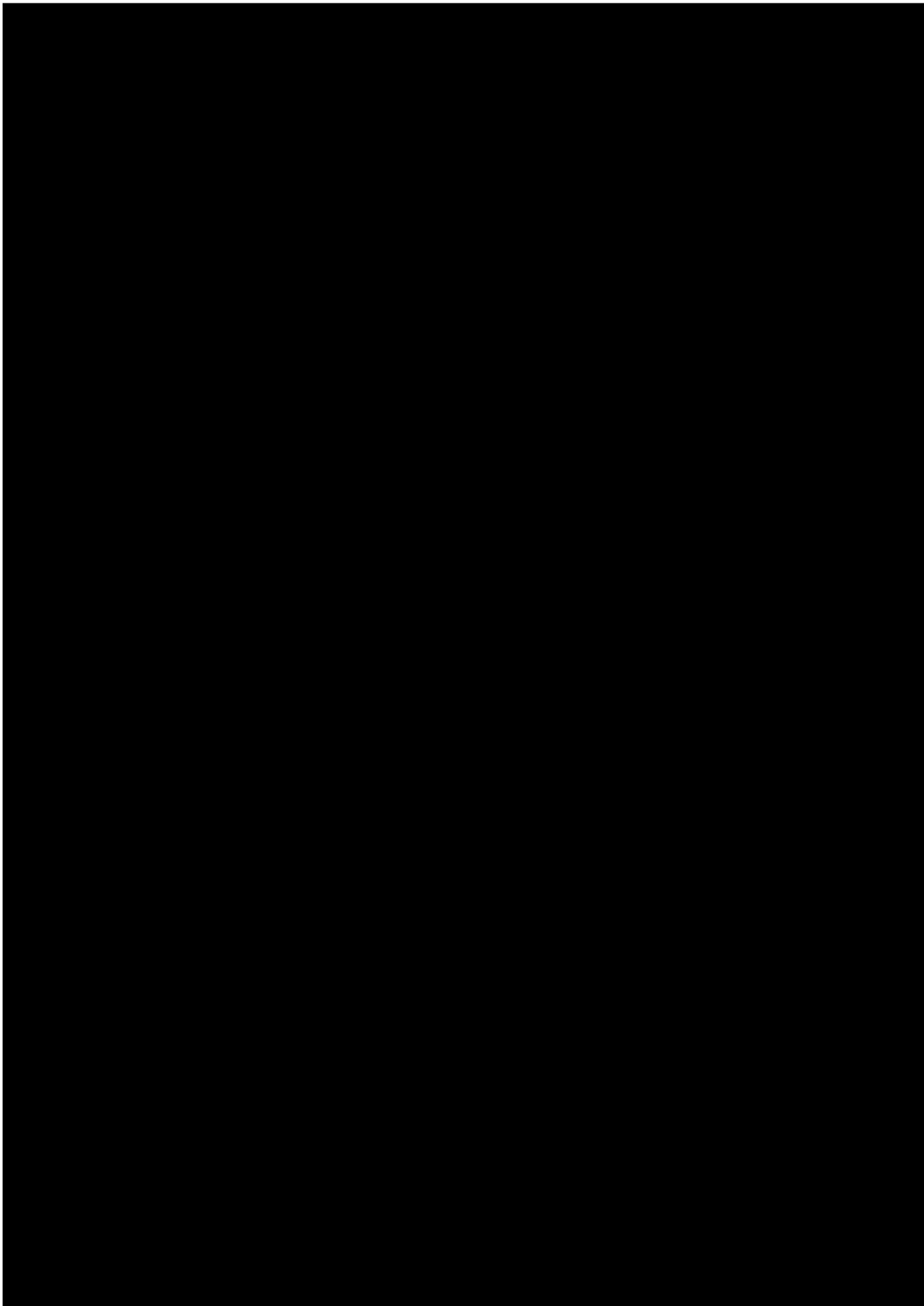
(6) 施工余裕

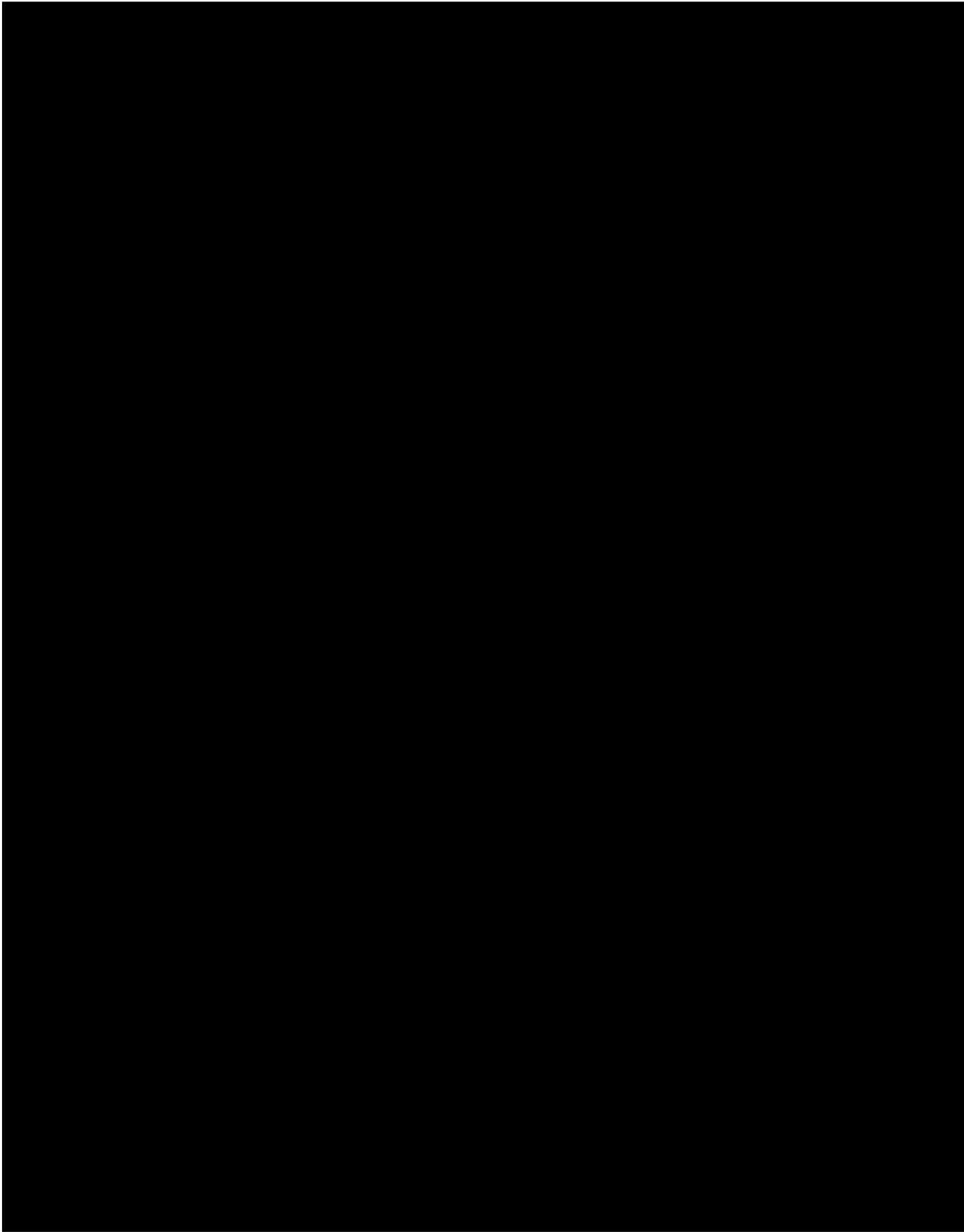


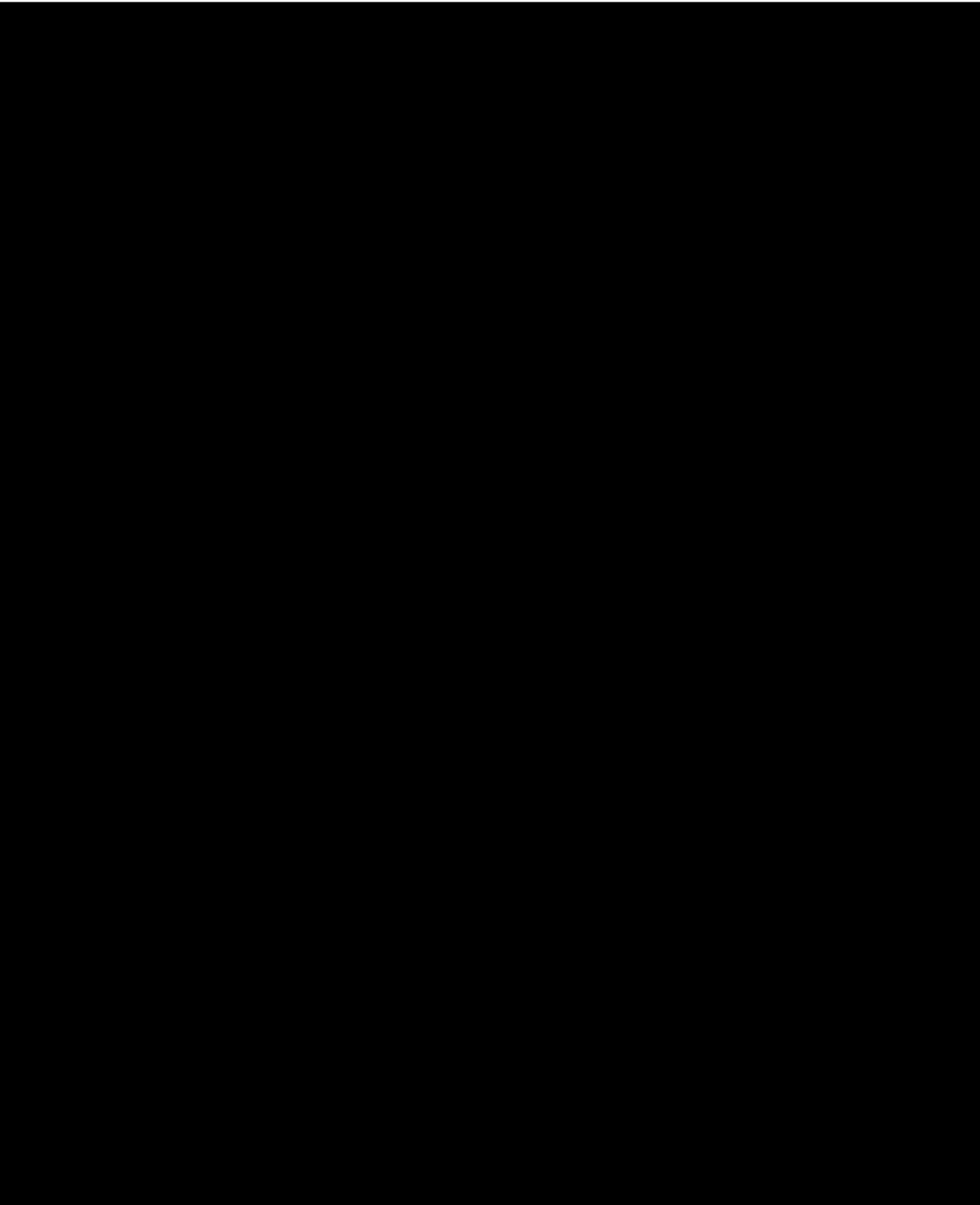
(7) ■■■■■中心と道路中心との離隔



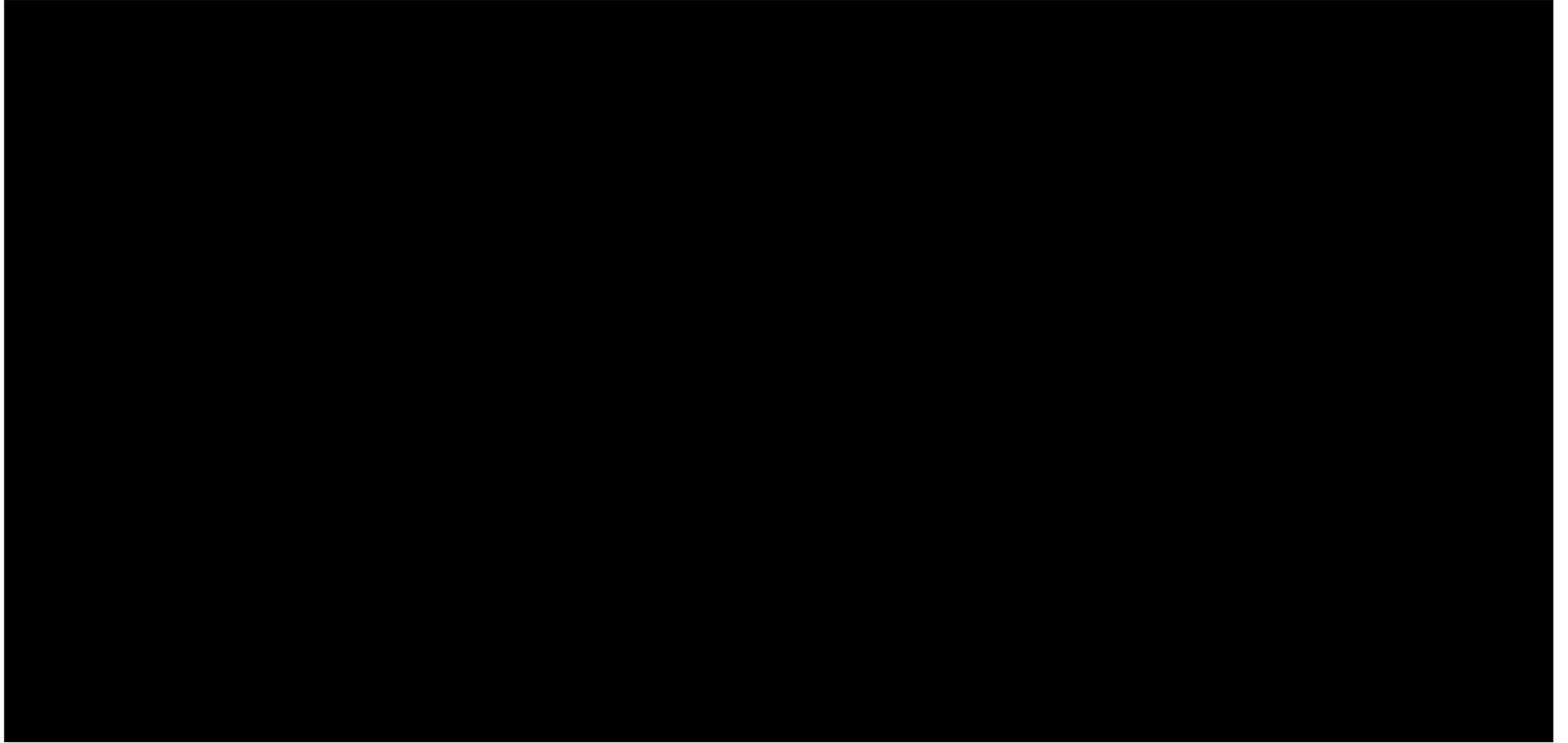
3.1.5 検討結果と効果



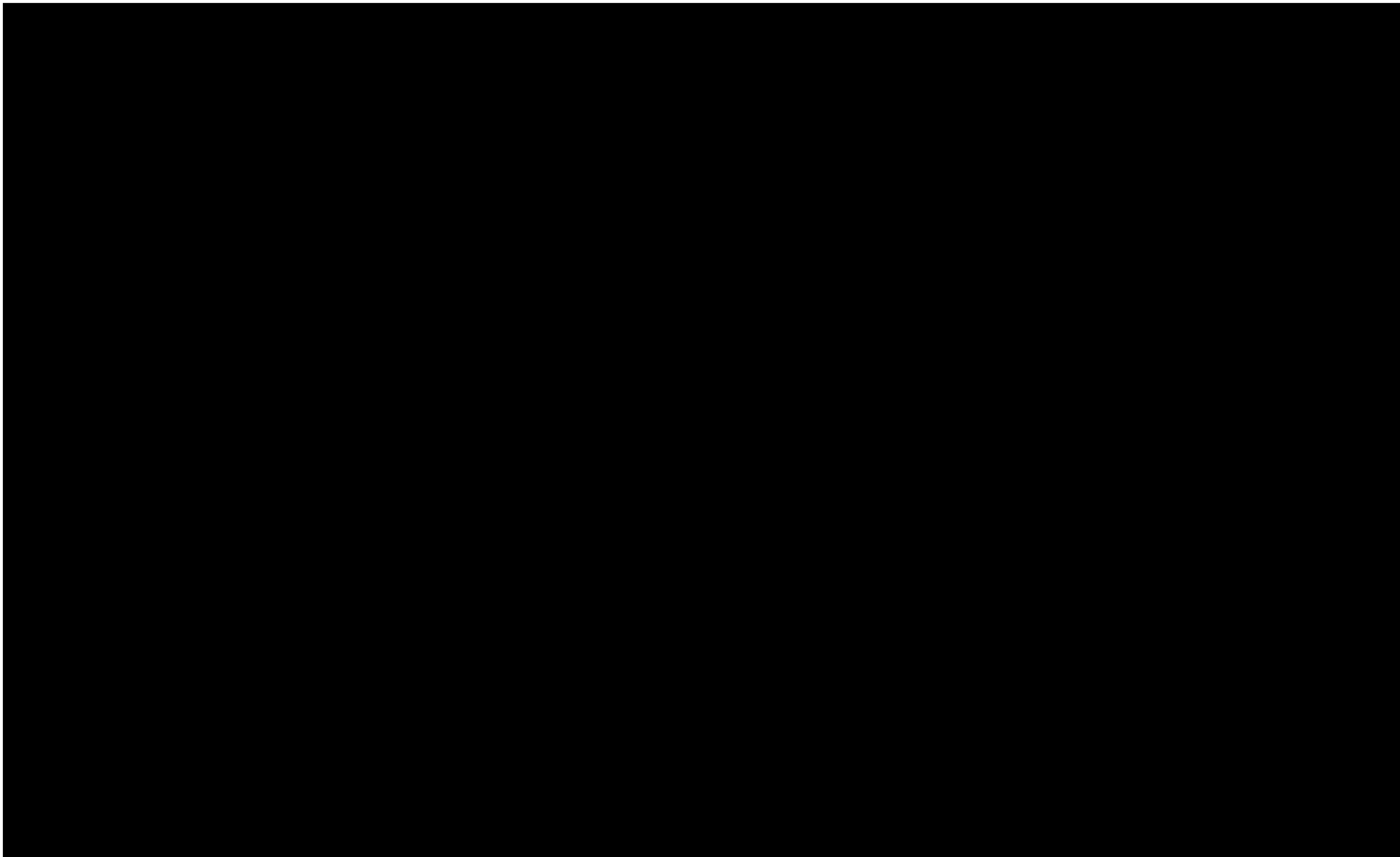




ここで、 の縮減による事業費縮減効果を検討する。



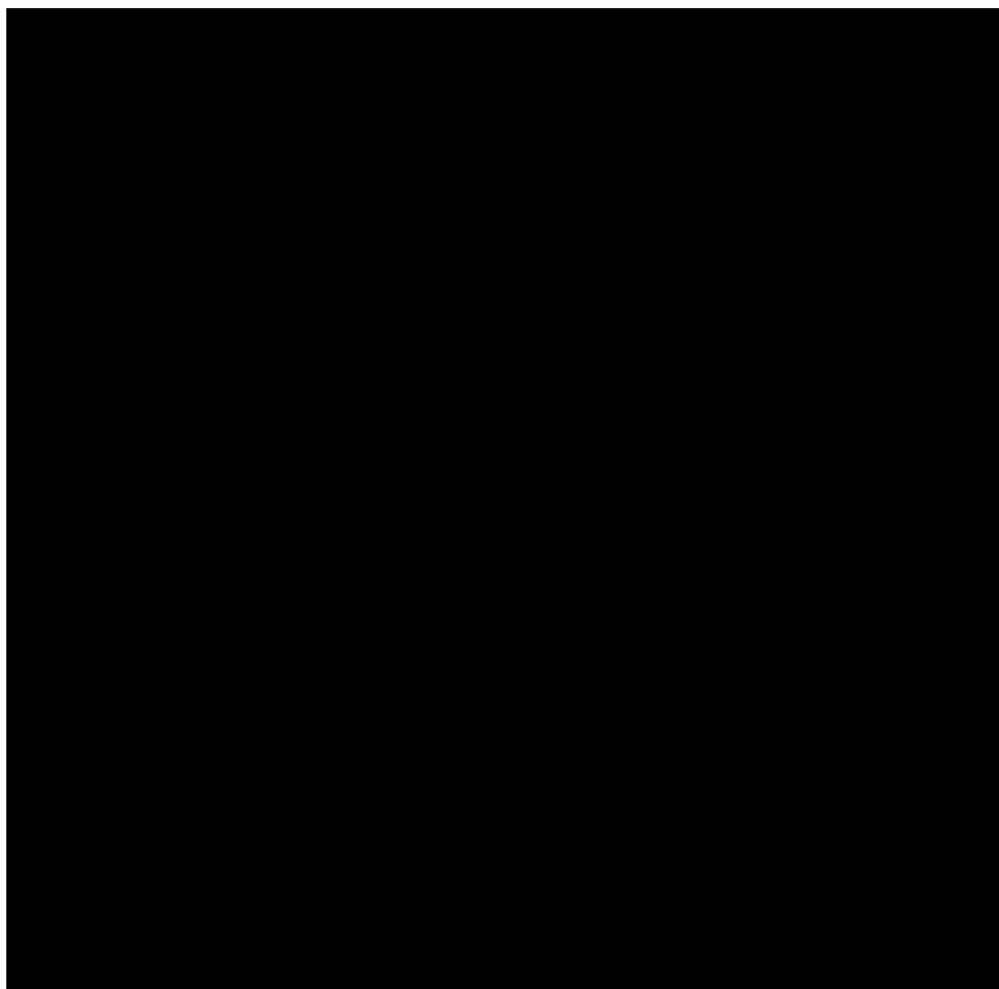
3.1.6 まとめ

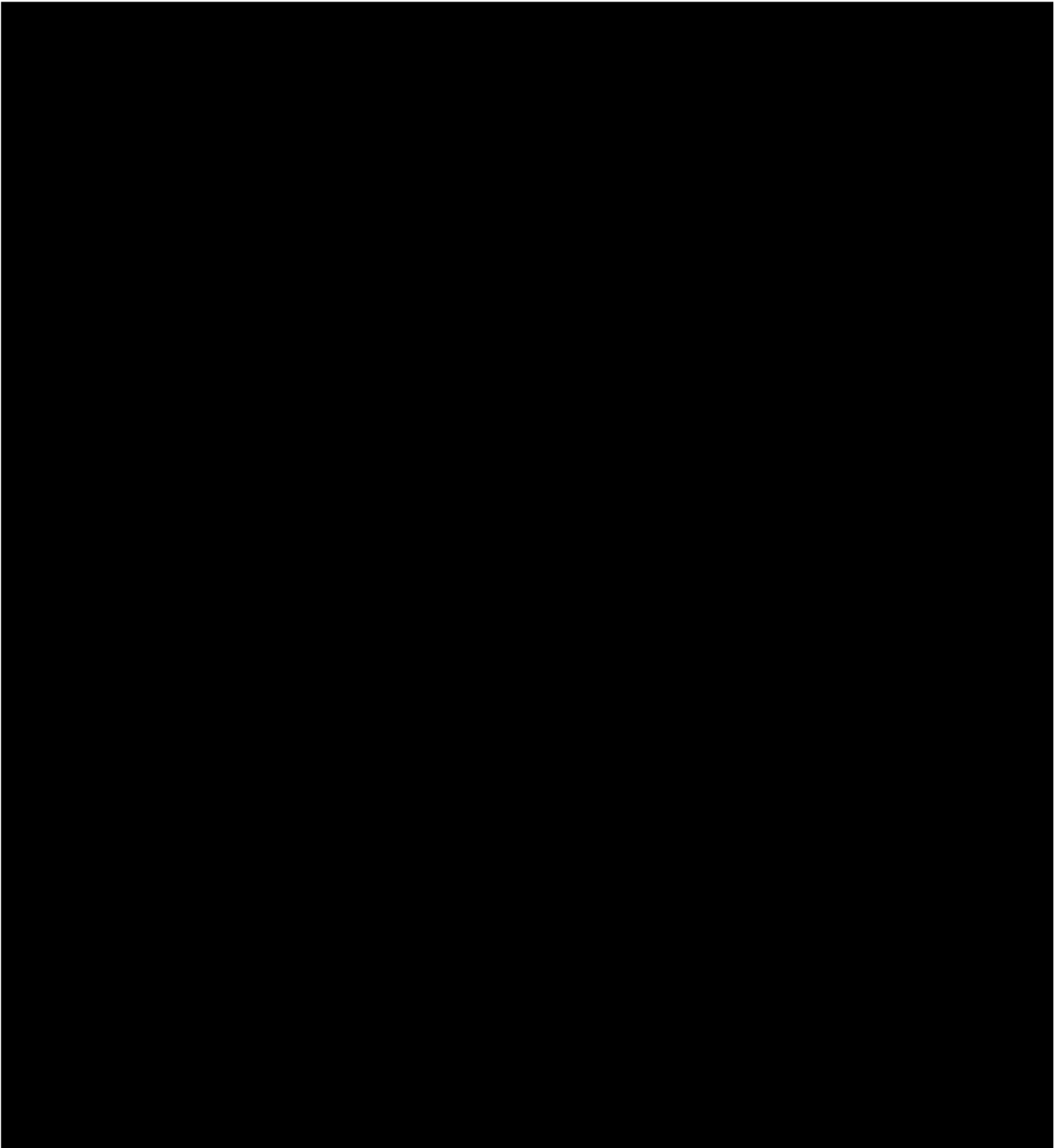


3.2 各 JCT・IC 構造形状検討

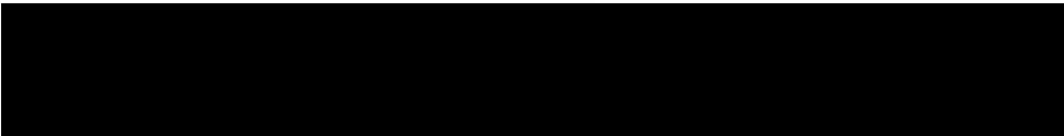
3.2.1 検討概要

事業費精度向上のため、各 JCT・IC、特にループランプ断面の代表断面形状検討を行う。

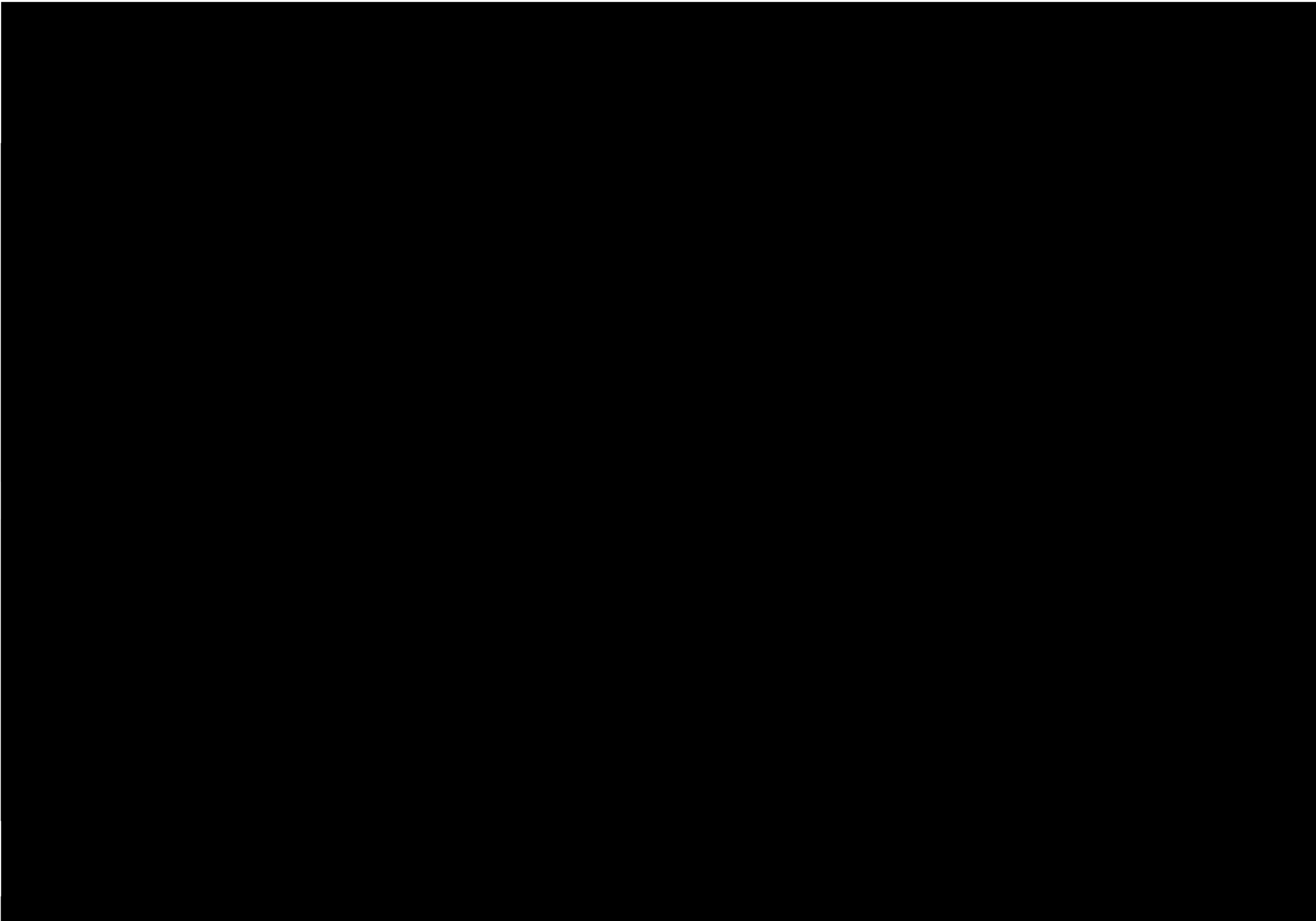


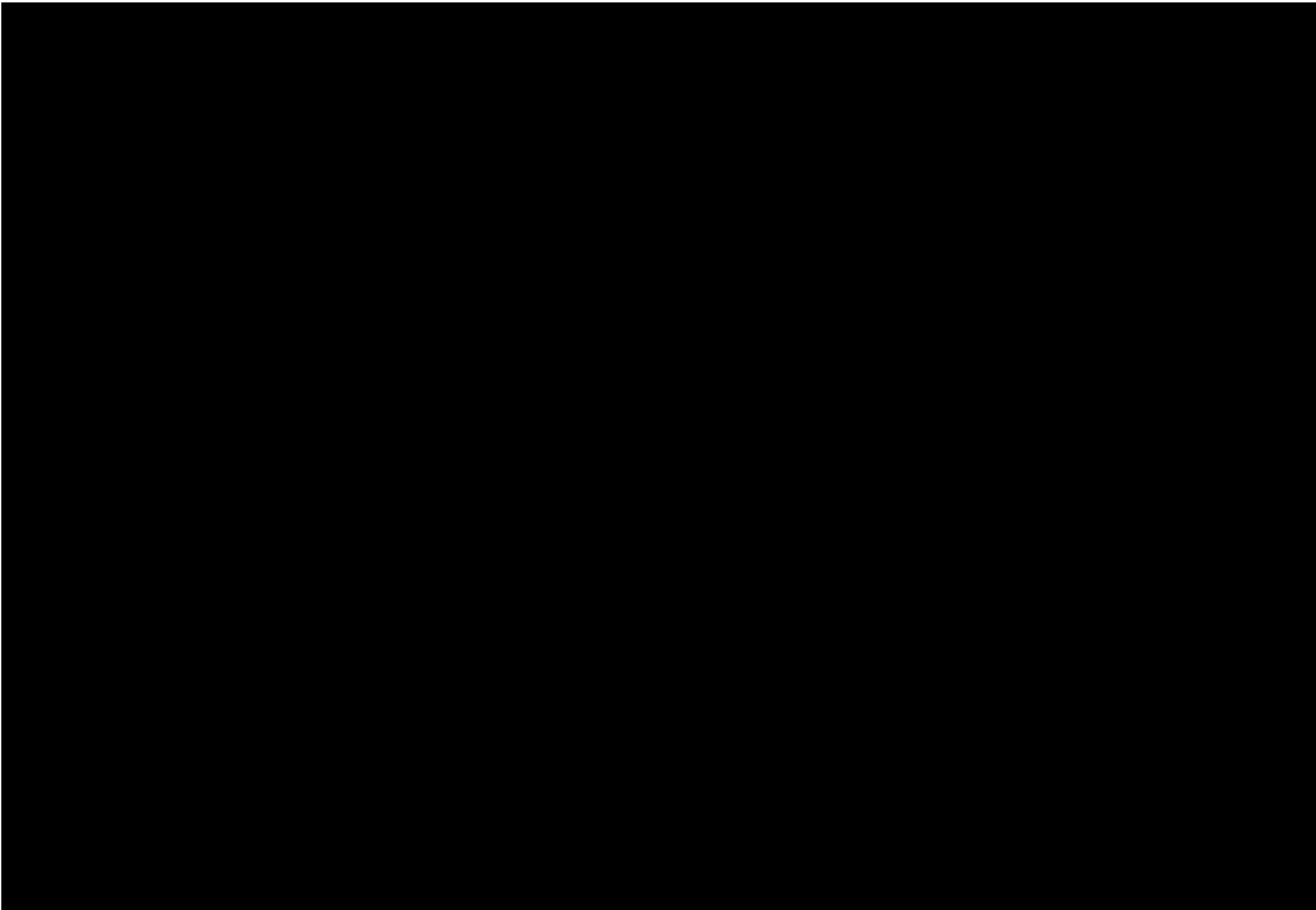


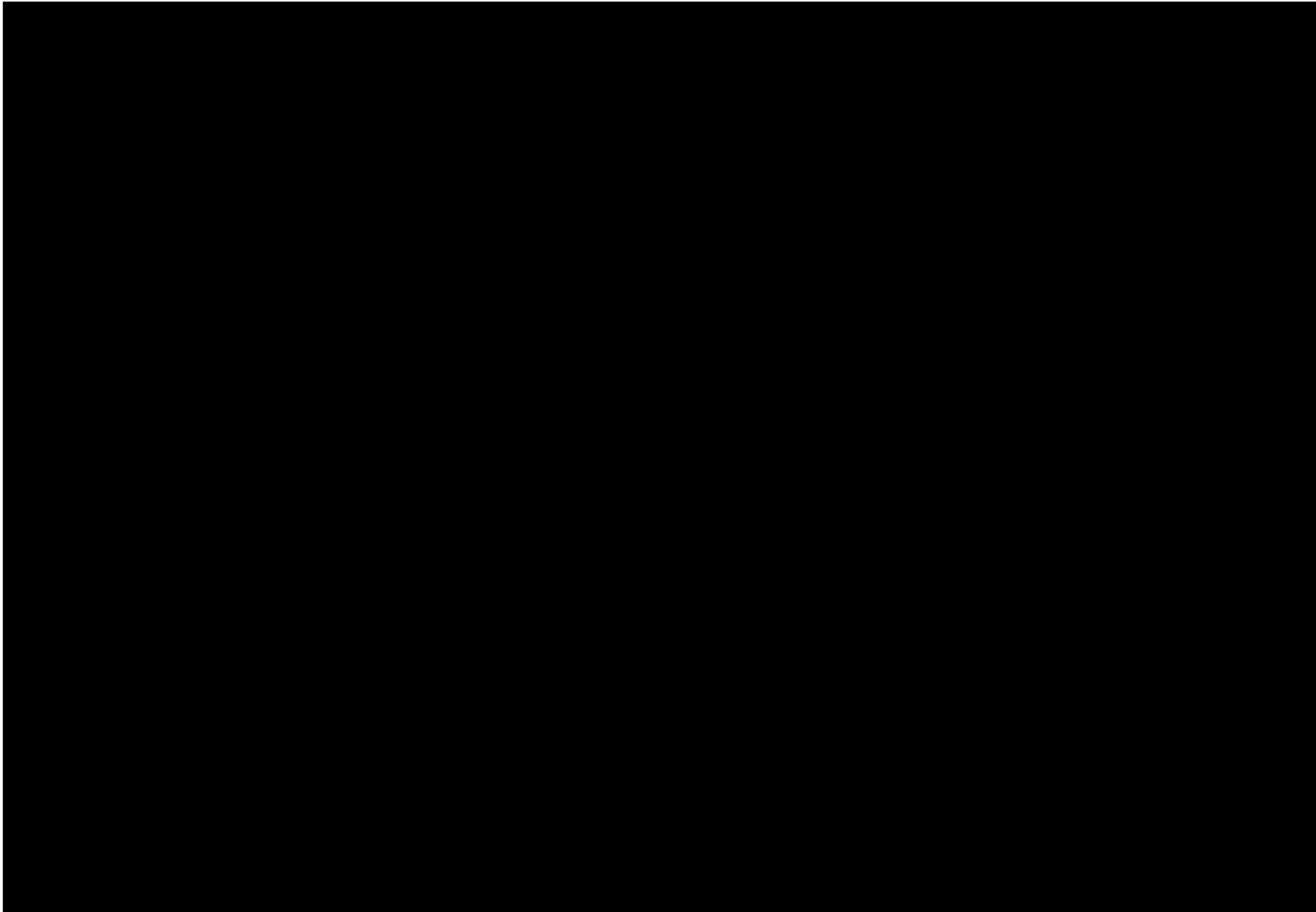
3.2.2 検討箇所

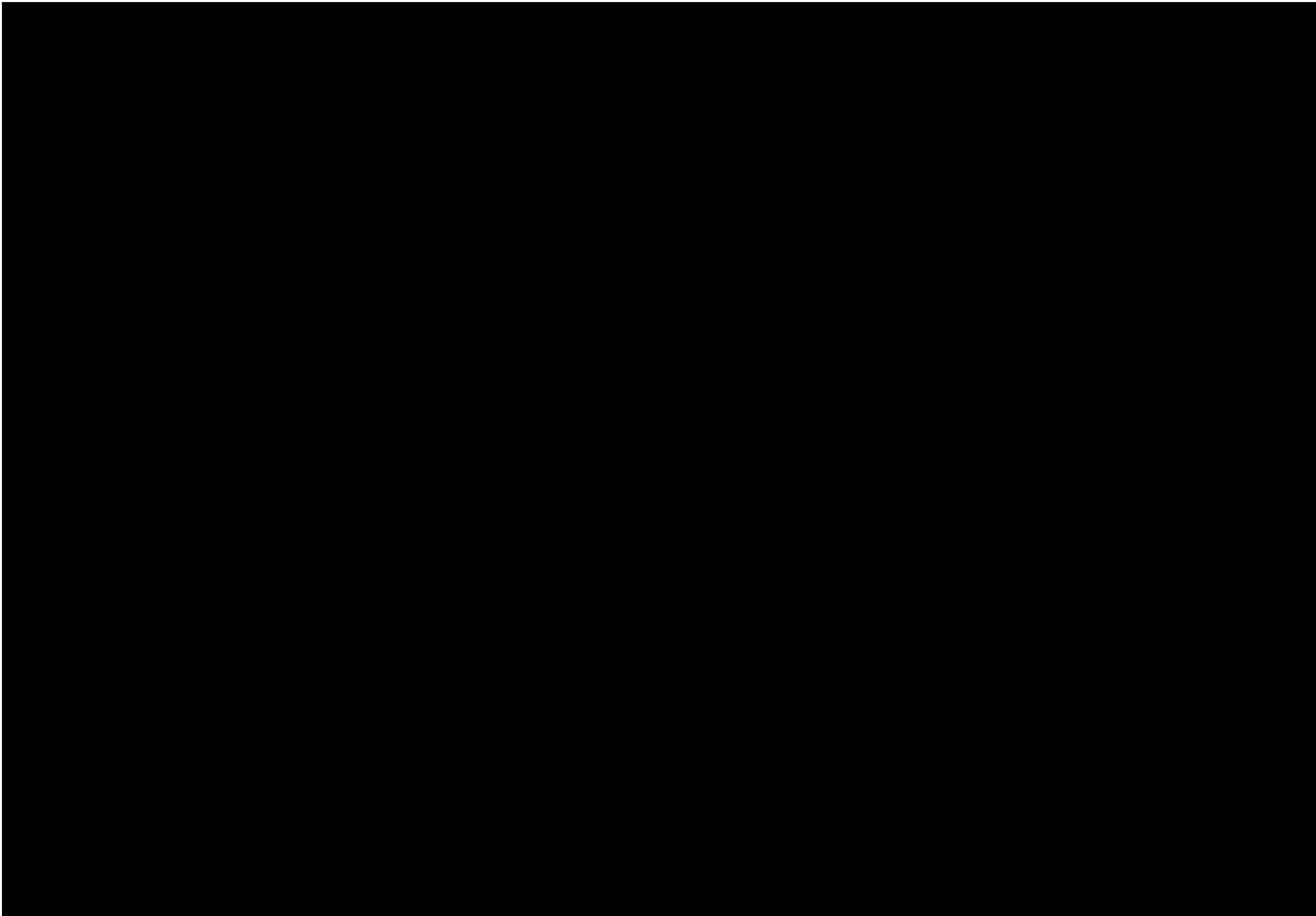


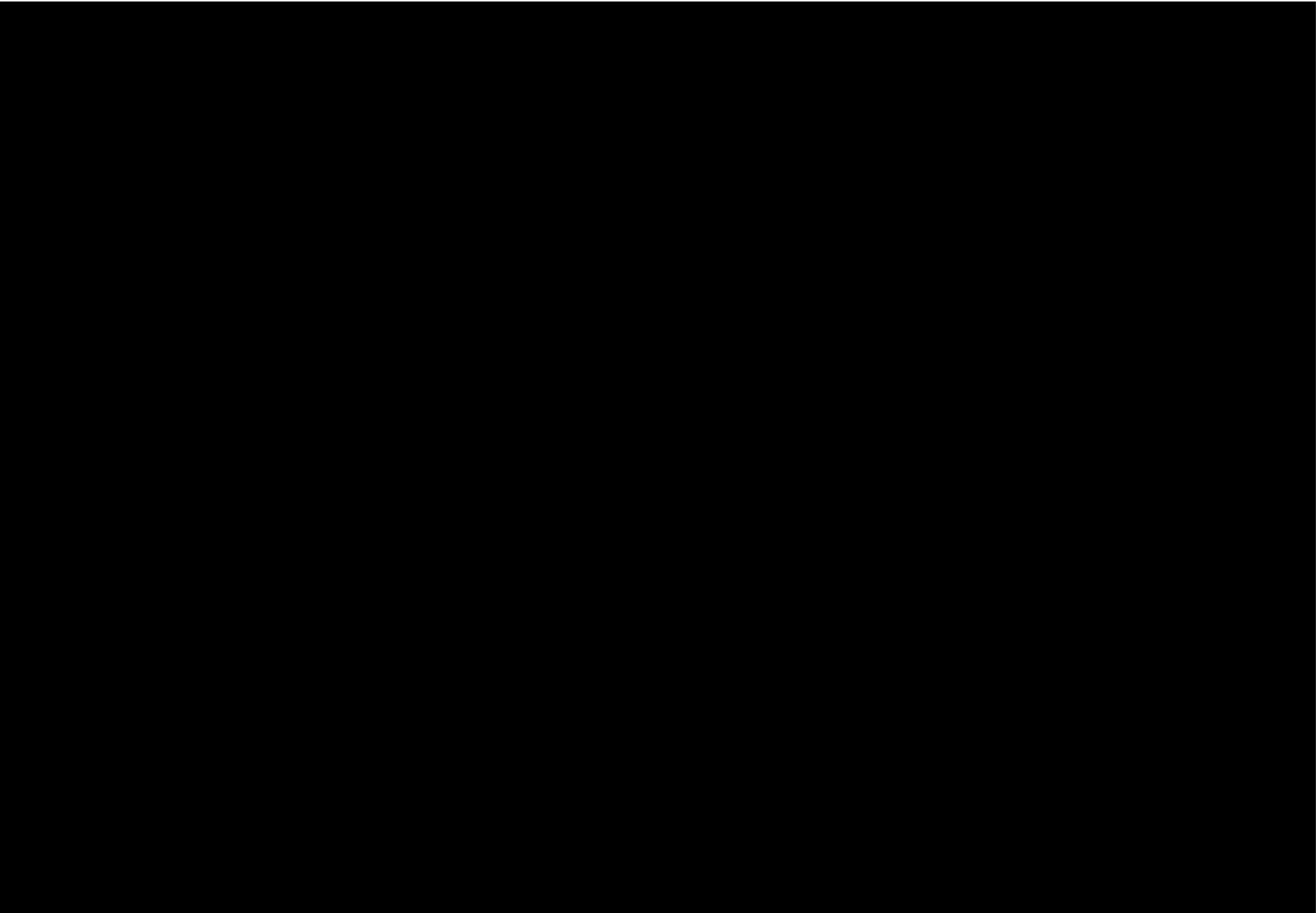
次項以降にその前提となる平面図と縦断図を示す。

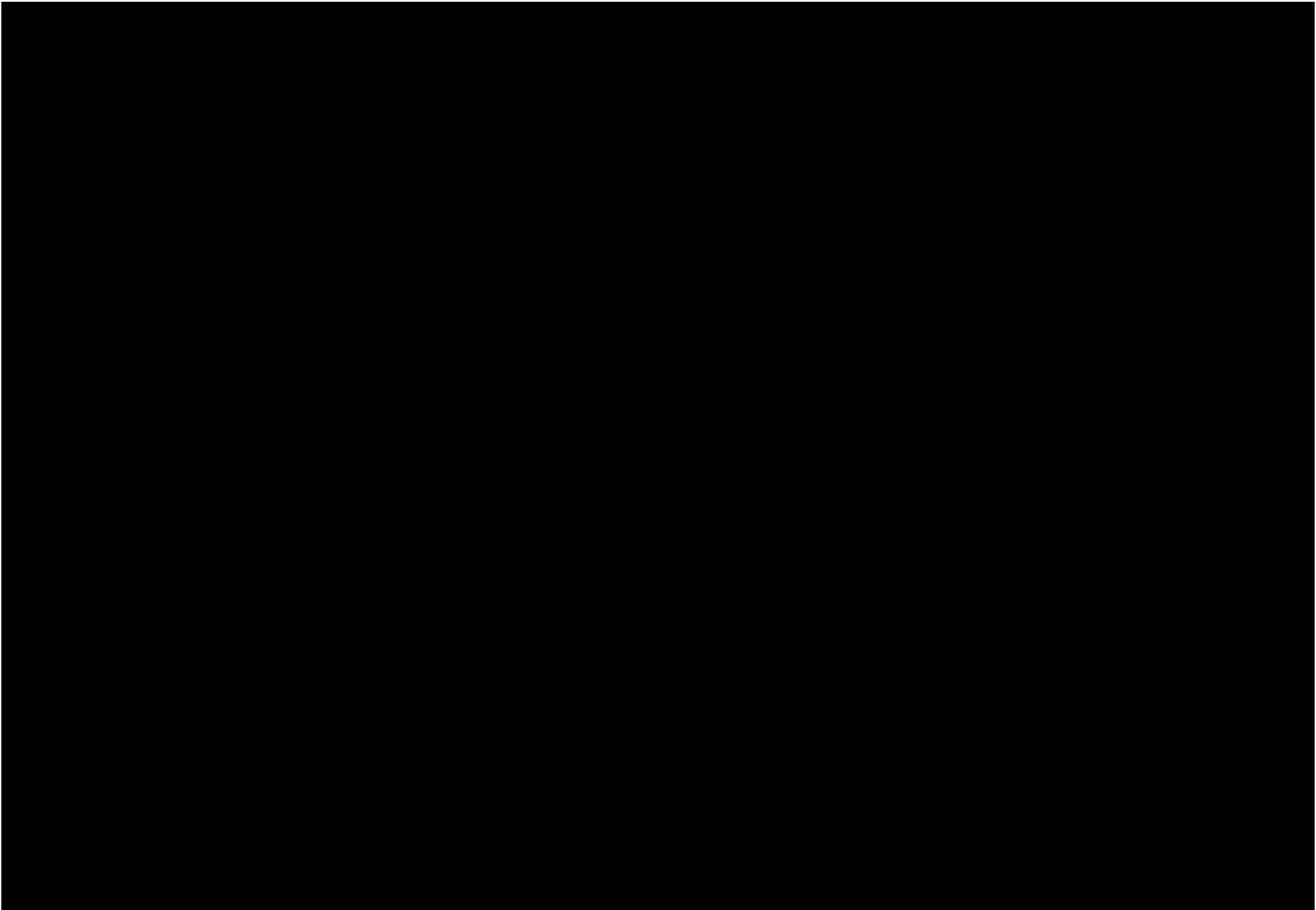






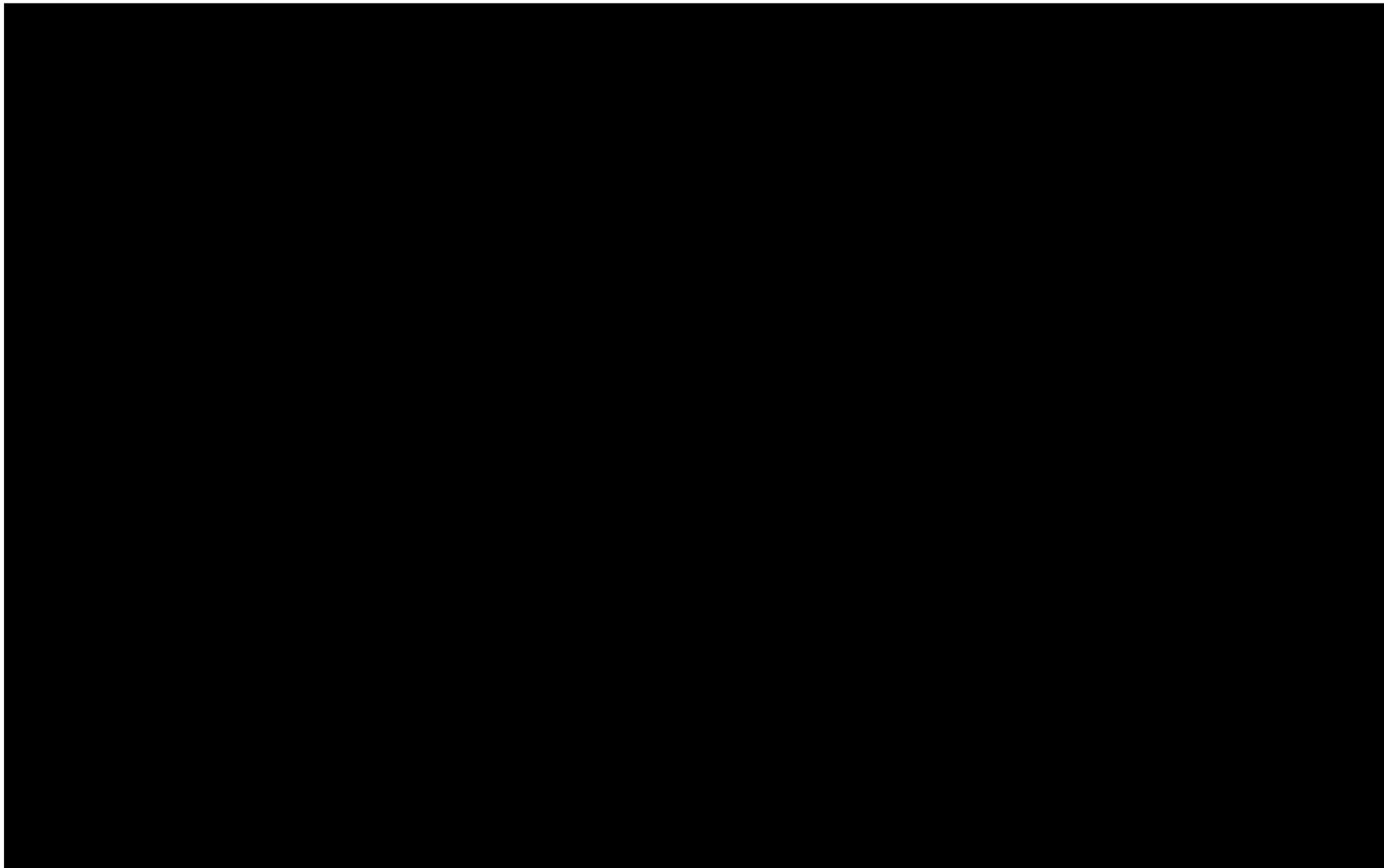


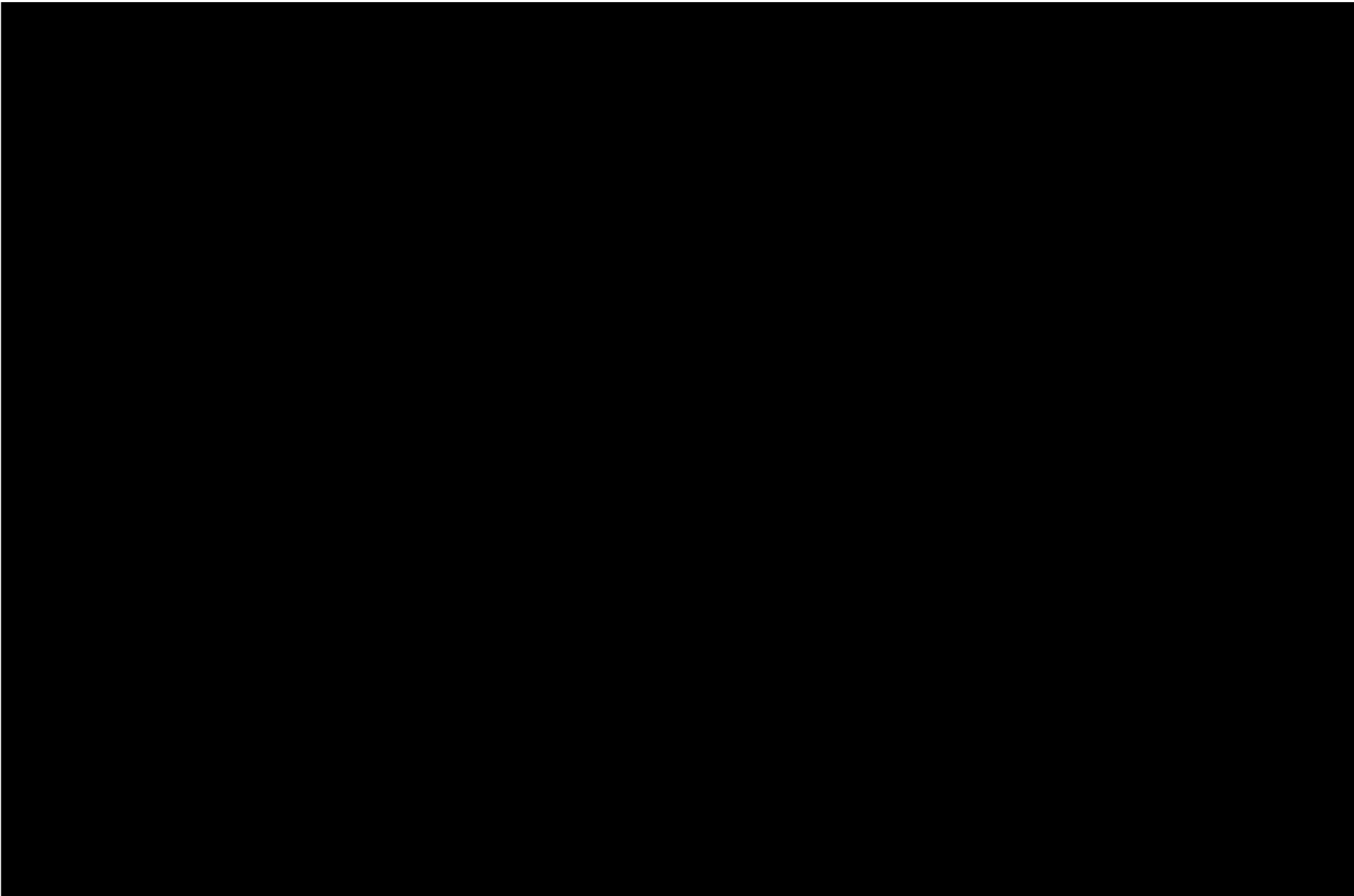




3.2.3 適用範囲

適用範囲及び代表断面位置を以下に示す。





3.2.4 内空条件

(1) 車線および路肩幅員

ランプ種別	横断構成要素 車線幅員	路肩幅員			1方向1車線 ランプの総幅員	1方向2車線, 2方向2車線 ランプの総幅員
		1方向1車線		1方向2車線, 2方向2車線, 左右とも		
		左側	右側			
A規格	3.50	2.50	1.00	0.75	7.00	8.50
B規格	3.25	1.50	0.75	0.75	5.50	8.00
C規格	3.25	1.25	0.75	0.50	5.25	7.50
D規格	3.25	1.00	0.50	0.50	4.75	7.50

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.539)

ランプ種別	横断構成要素 車線幅員	路肩幅員			1方向1車線 ランプの総幅員	1方向2車線, 2方向2車線 ランプの総幅員
		1方向1車線		1方向2車線, 2方向2車線, 左右とも		
		左側	右側			
A規格	3.50	2.50	1.00	0.75	7.00	8.50
B規格	3.25	1.50	0.75	0.75	5.50	8.00
C規格	3.25	1.25	0.75	0.50	5.25	7.50
D規格	3.25	1.00	0.50	0.50	4.75	7.50

出典：「道路構造令の解説と運用」(P.539)

(2) 道路横断勾配

(3) 建築限界



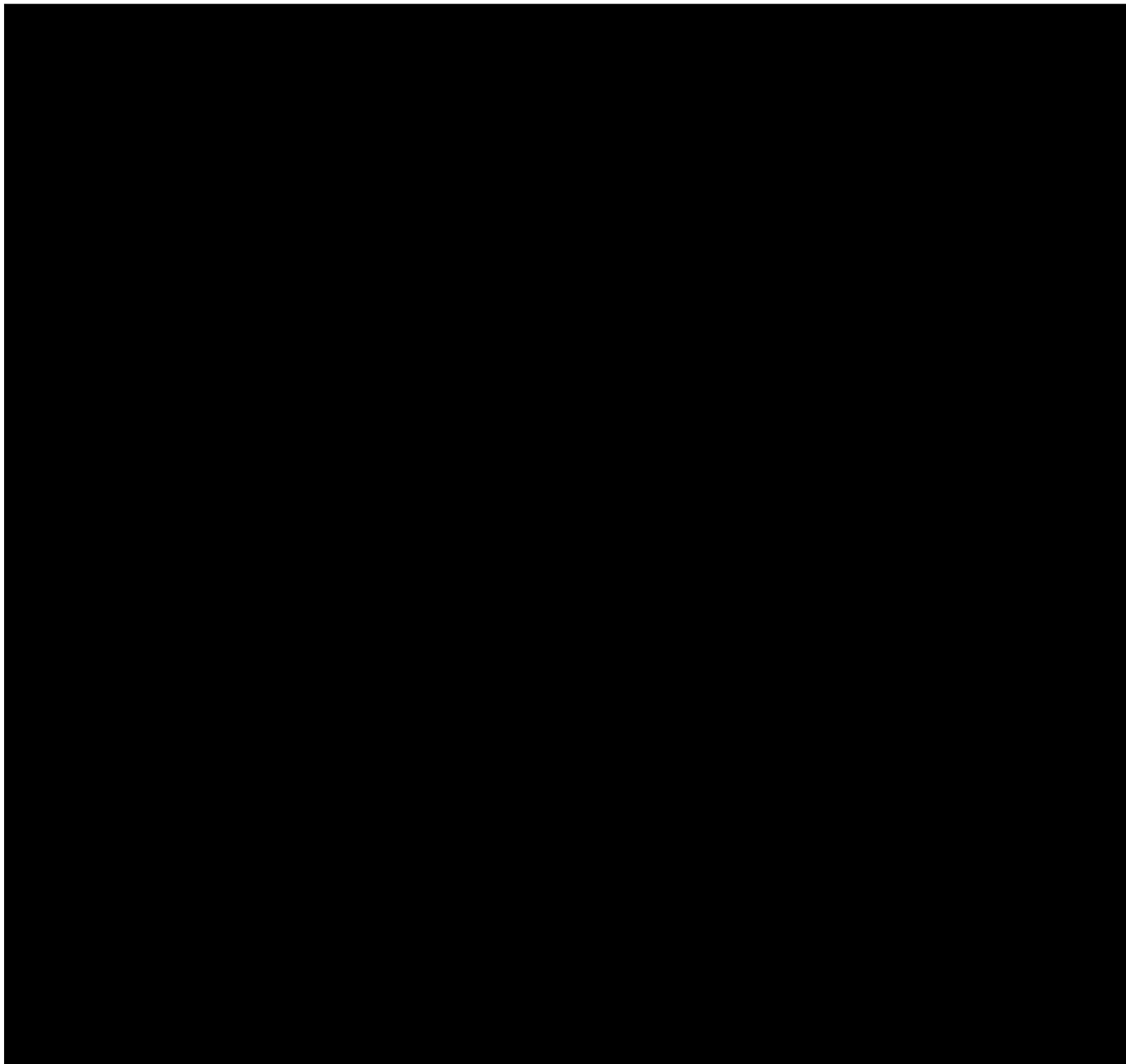
(4) 監視員通路

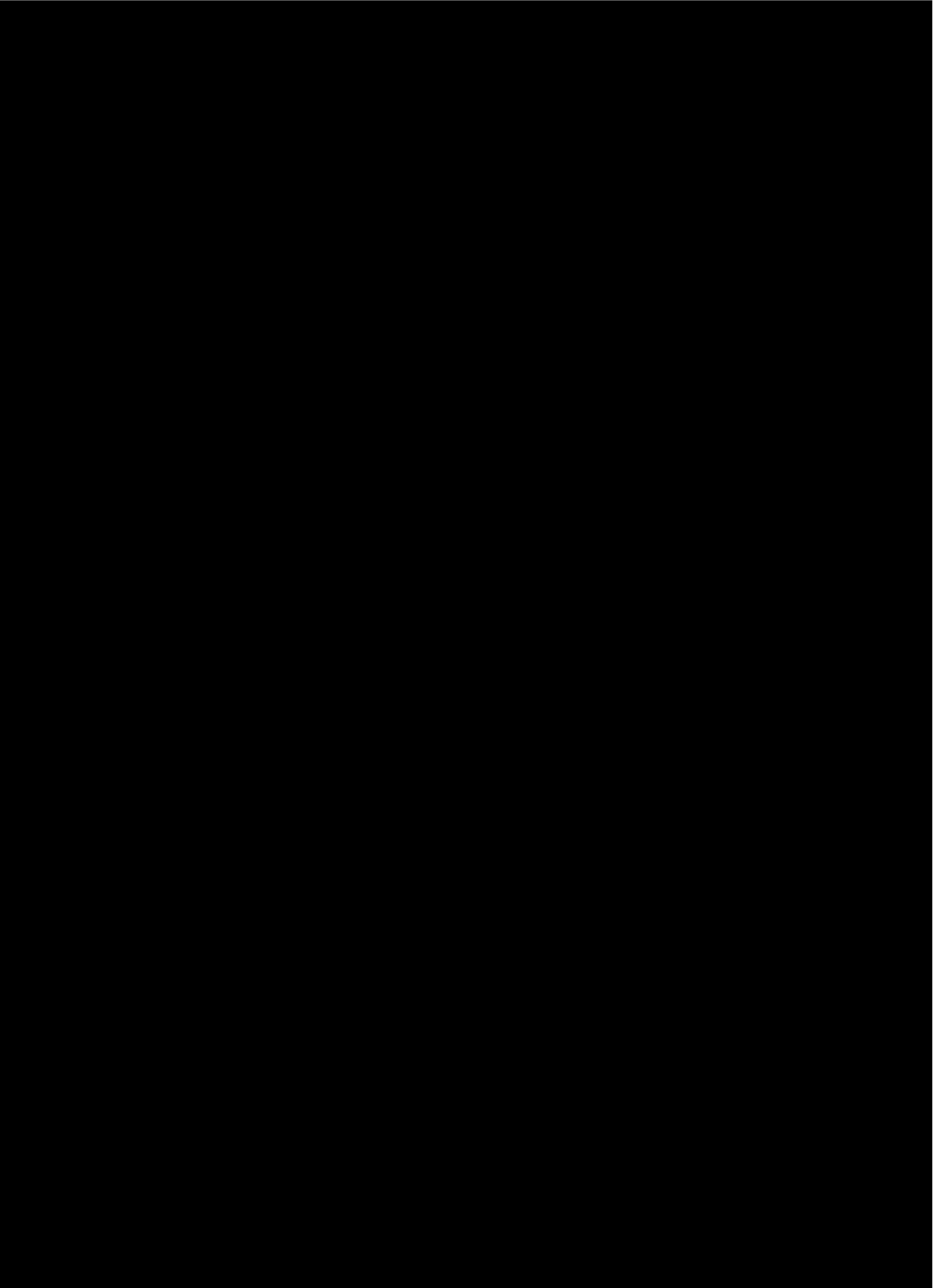


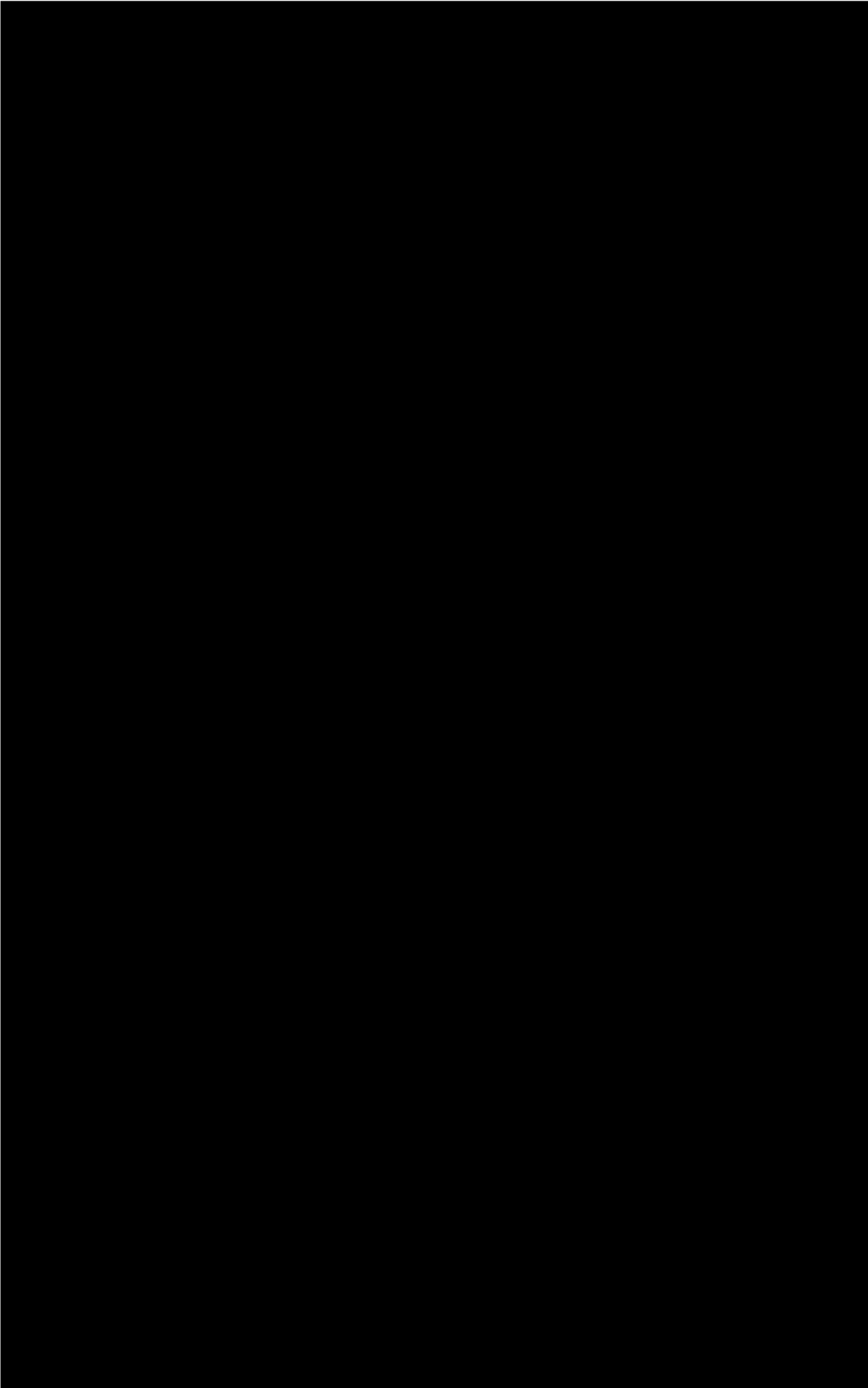
(5) 避難通路

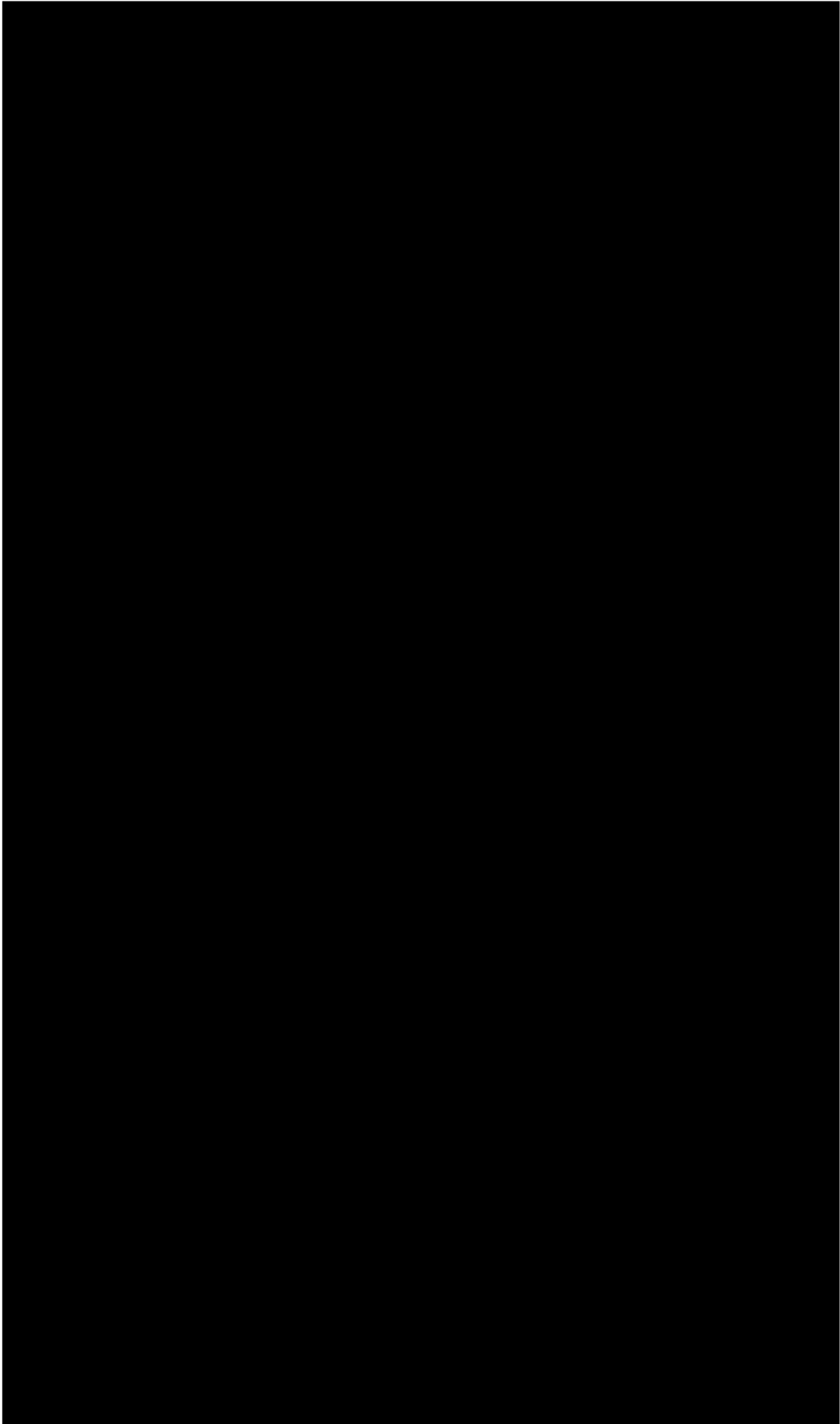


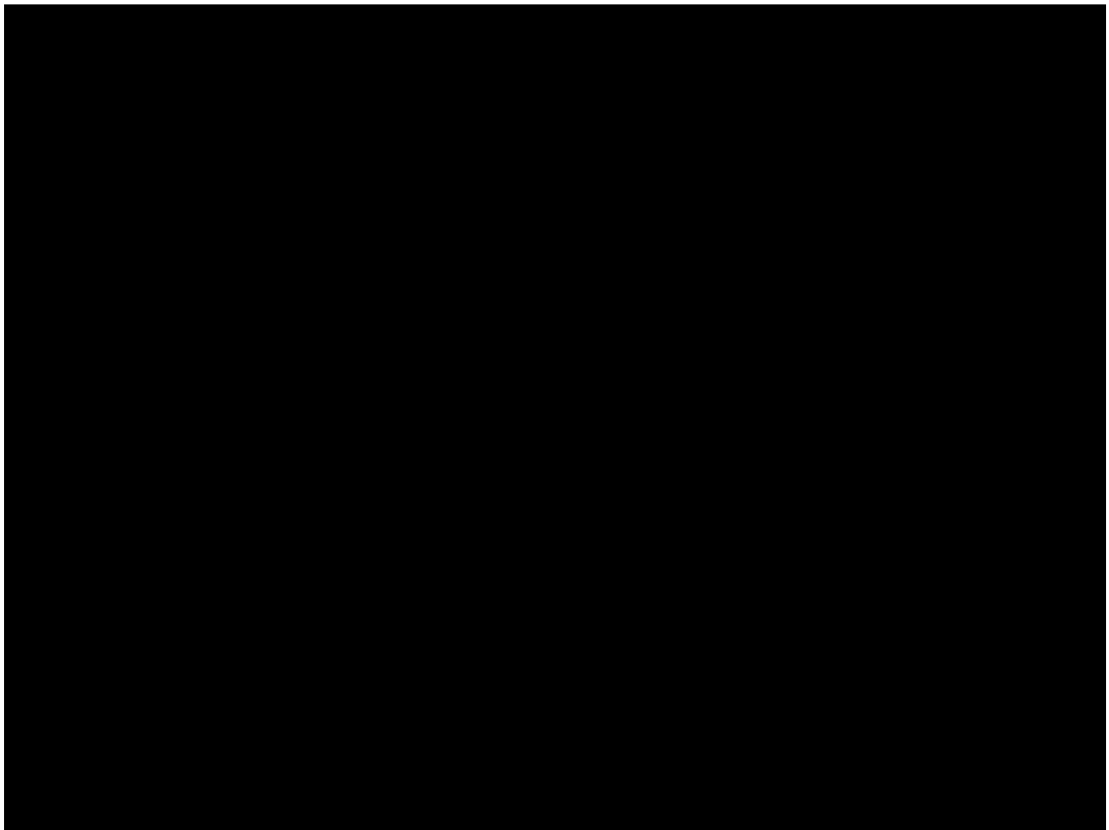
3.2.5 構造形状検討





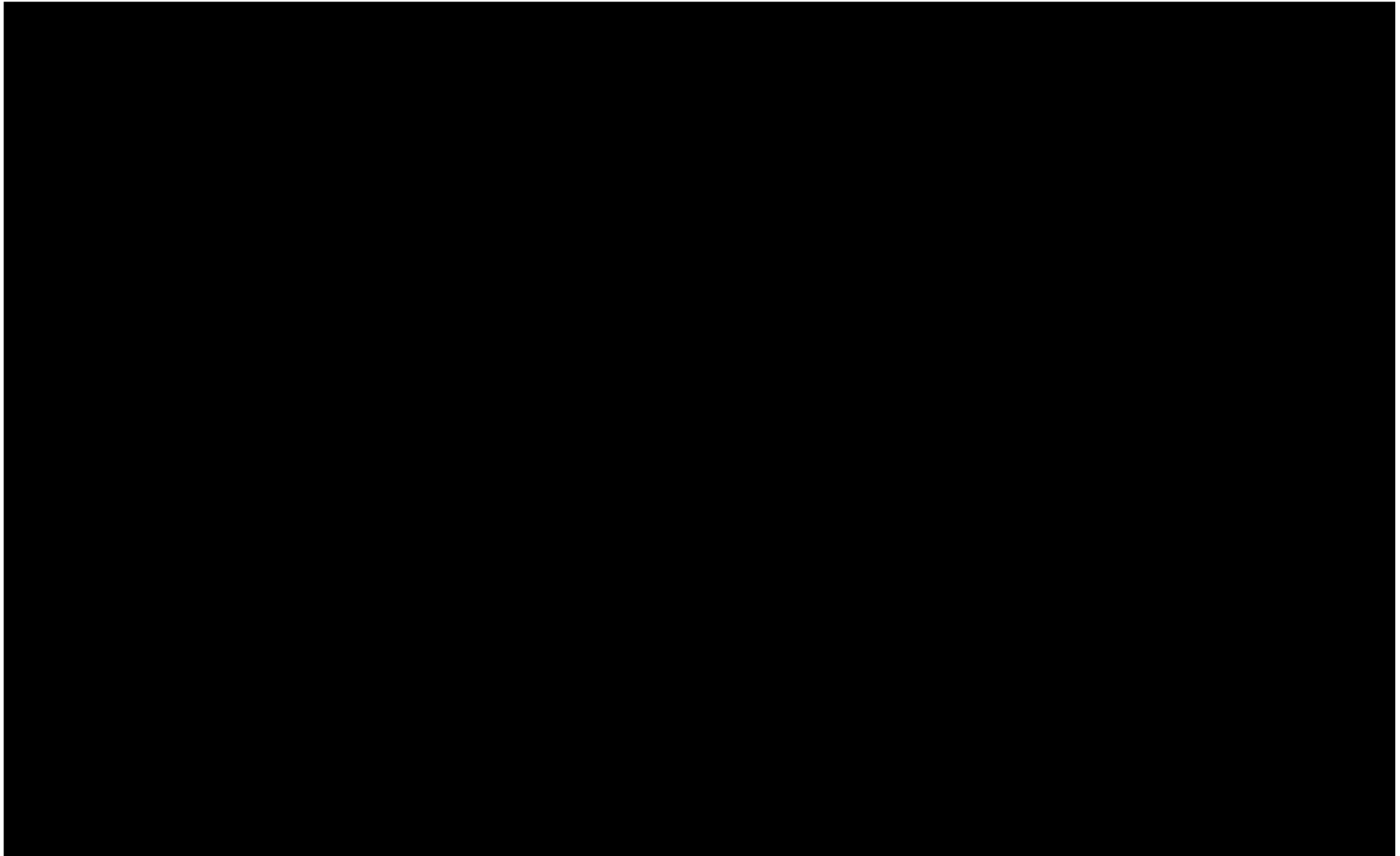




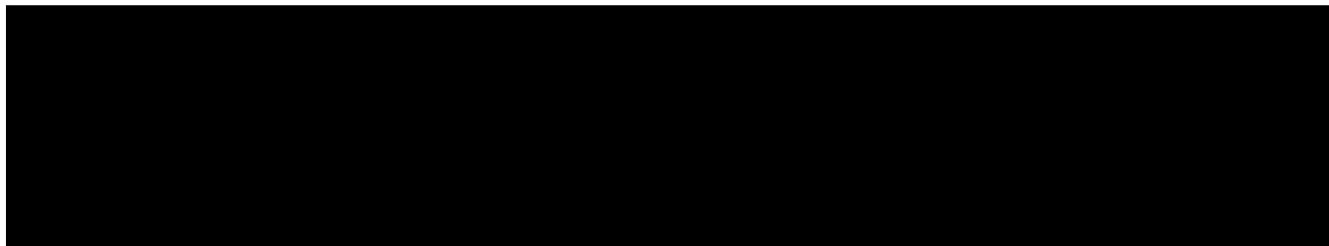


3.3 設置箇所・構造の検討

3.3.1 現状の課題

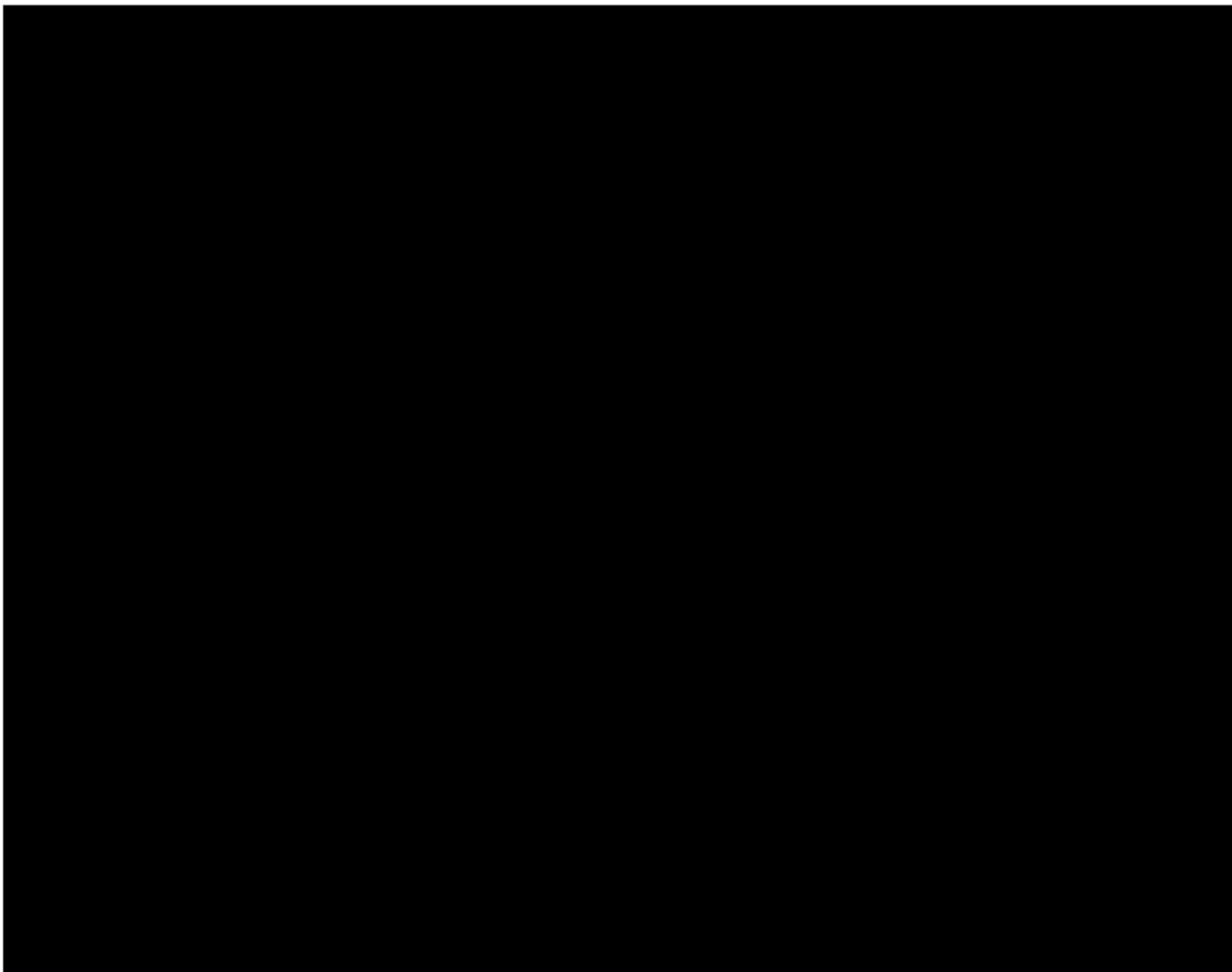


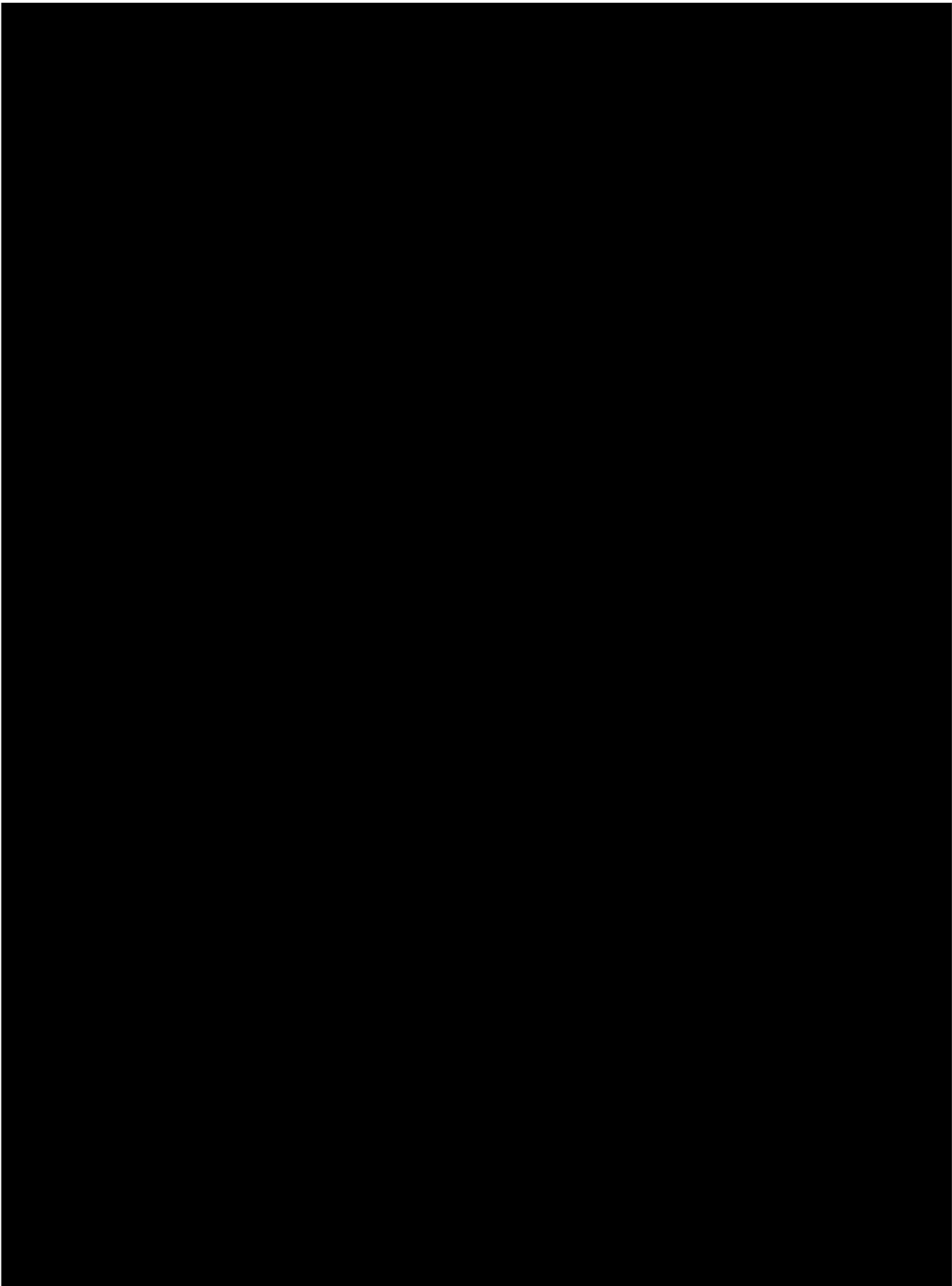
3.3.2 対応策の検討

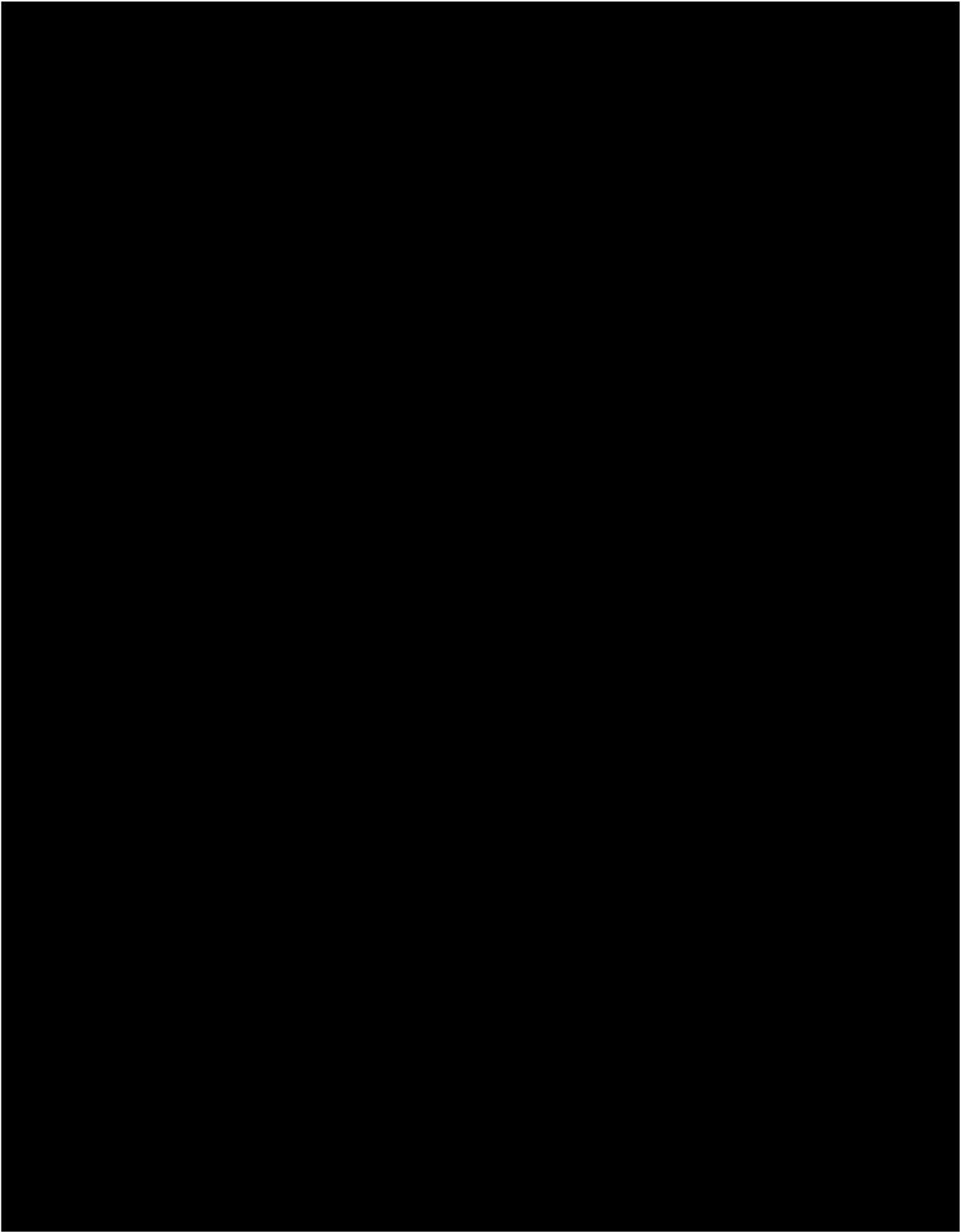


3.3.3 設置箇所の検討

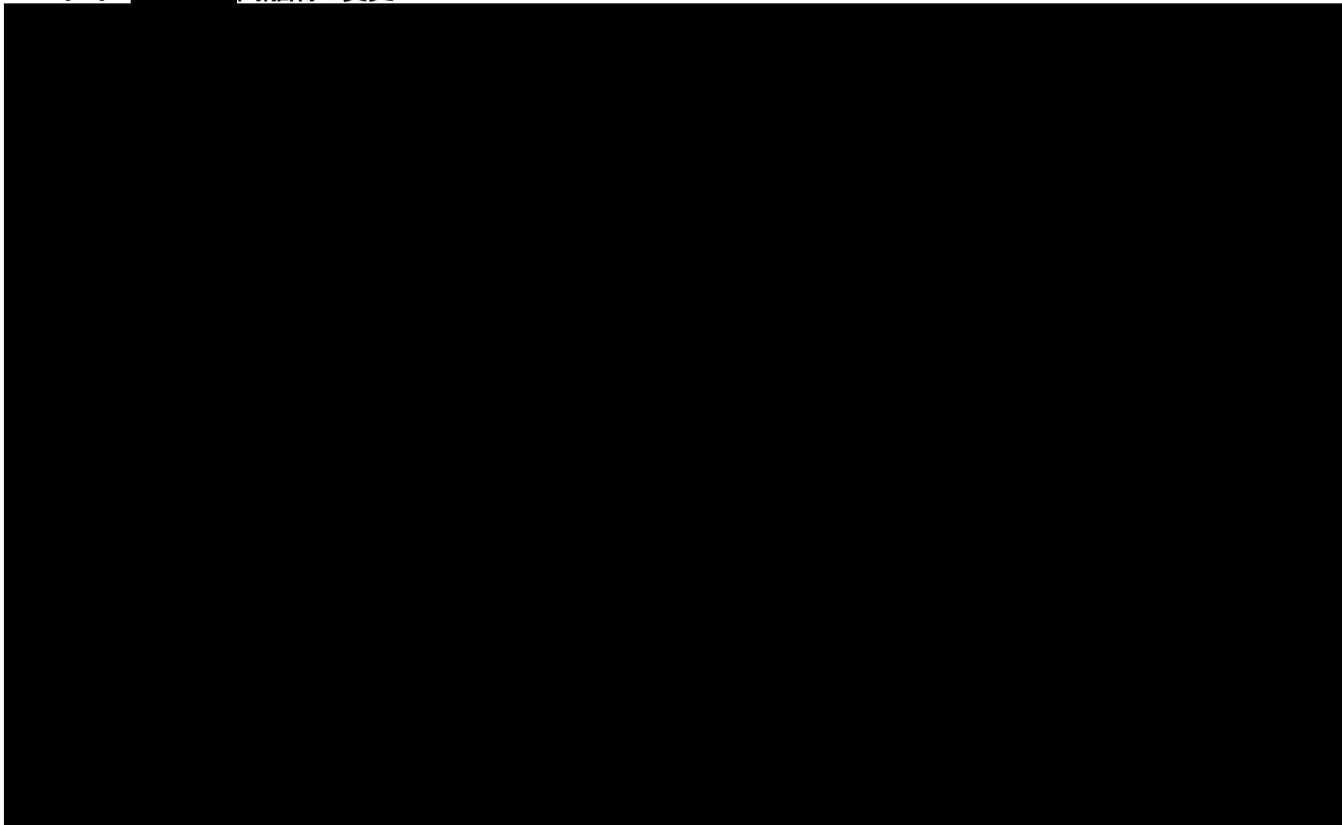
(1) 現状の配置

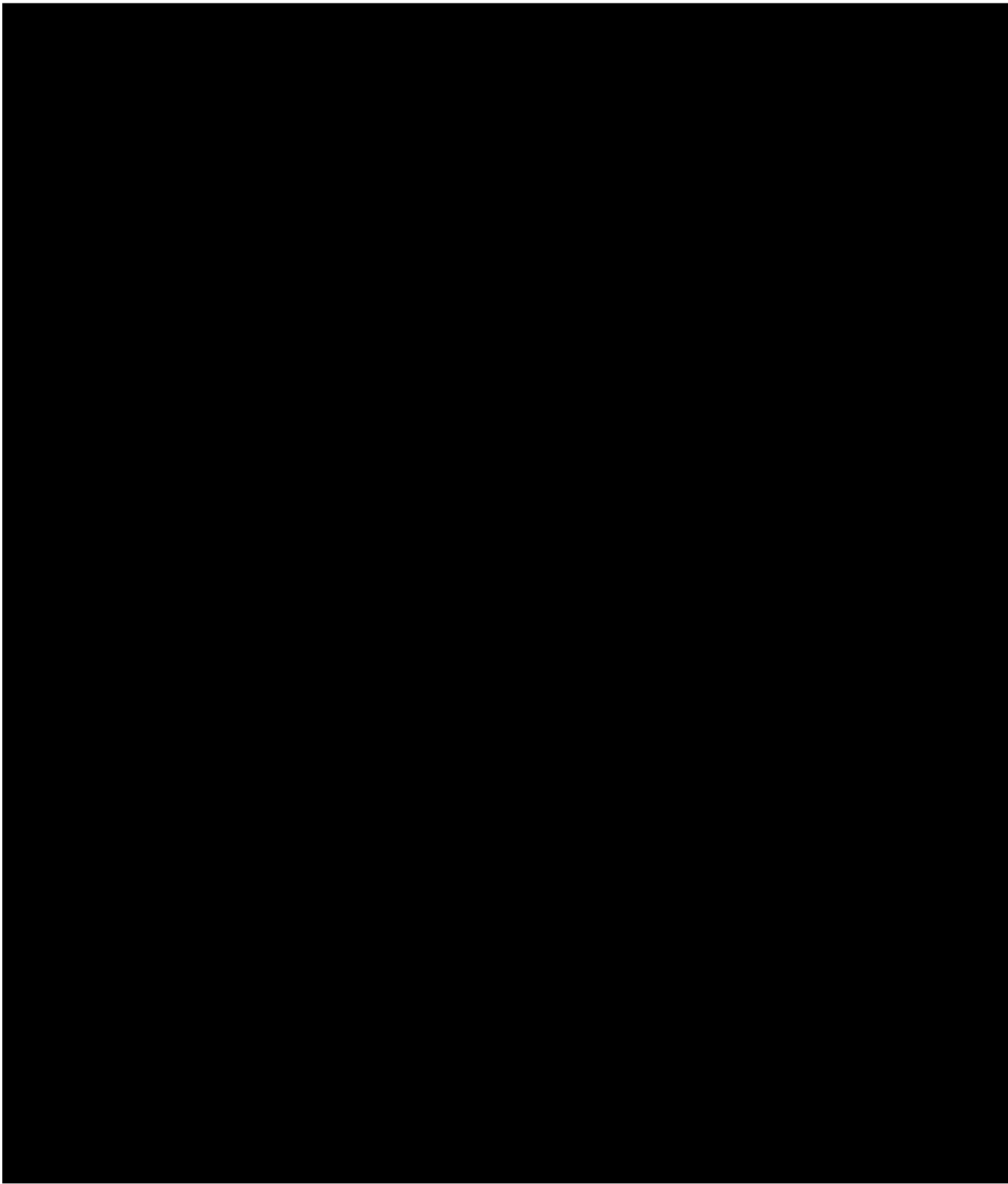




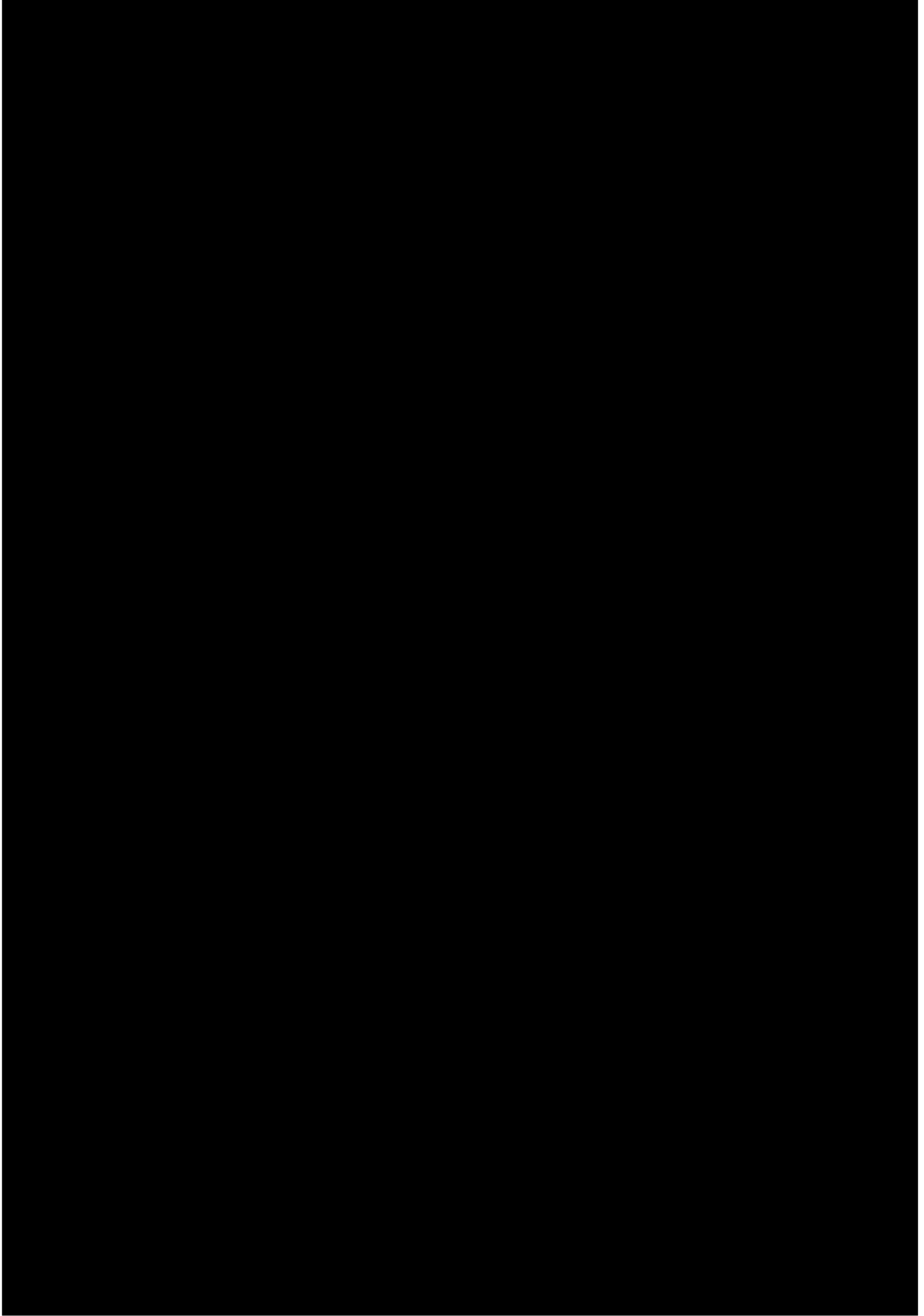


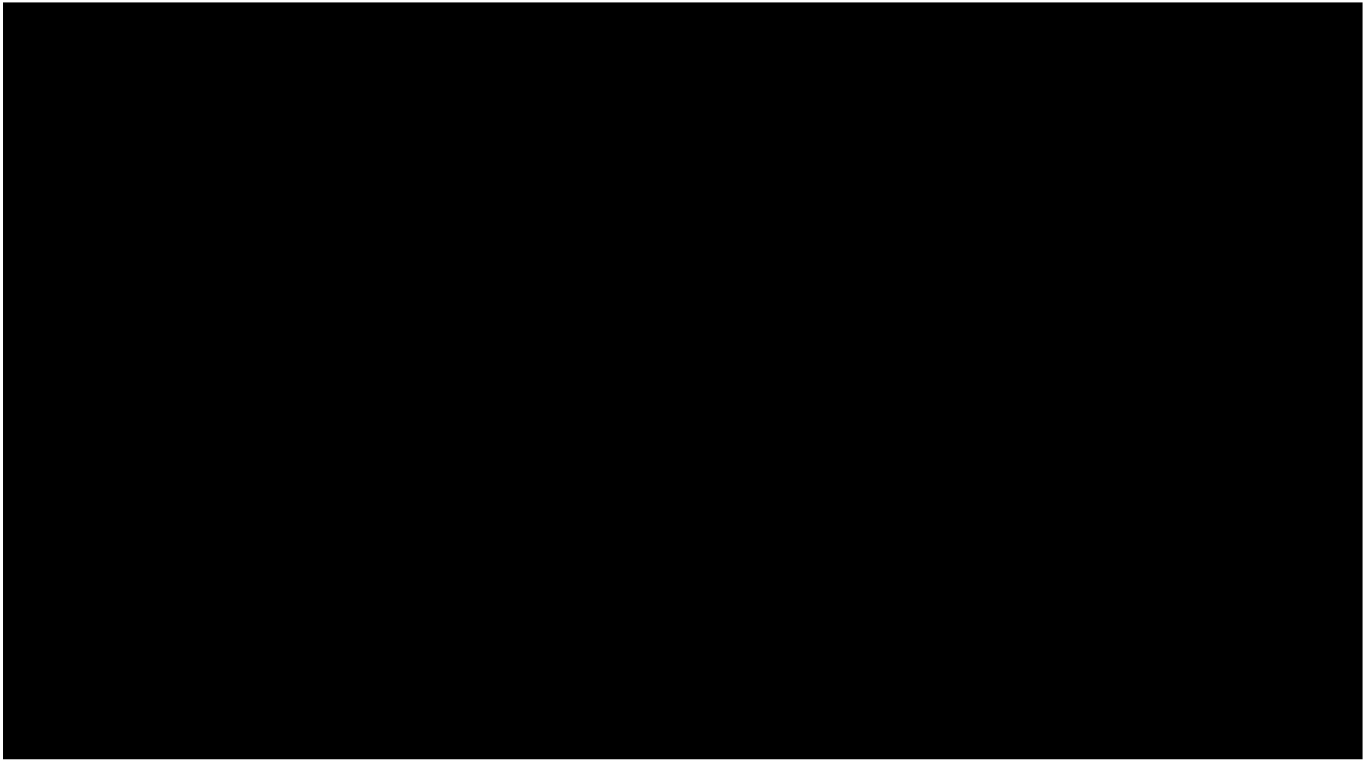
(2) 間隔の変更

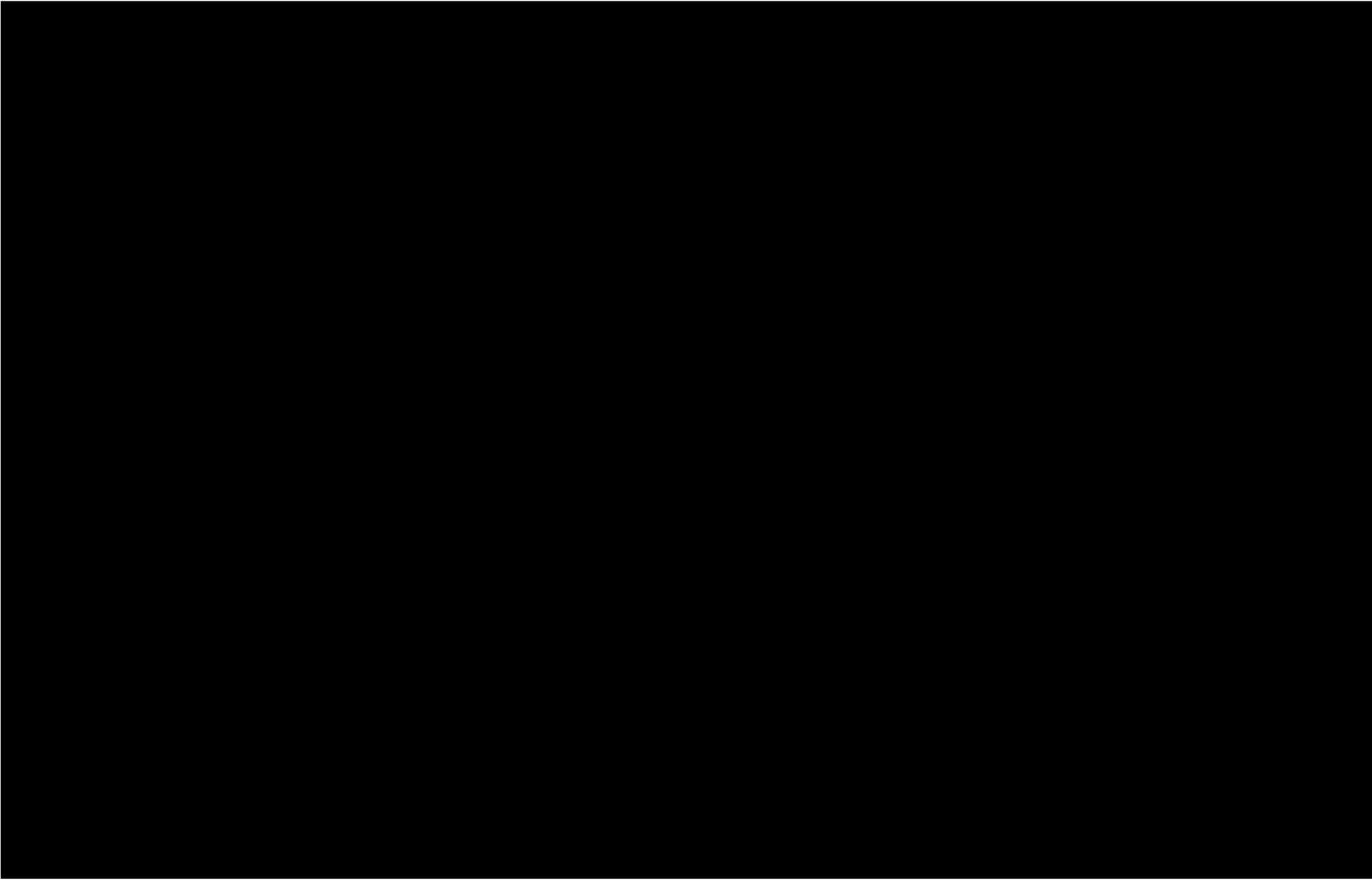




(3) [Redacted] 中心～道路中心の位置関係の変更

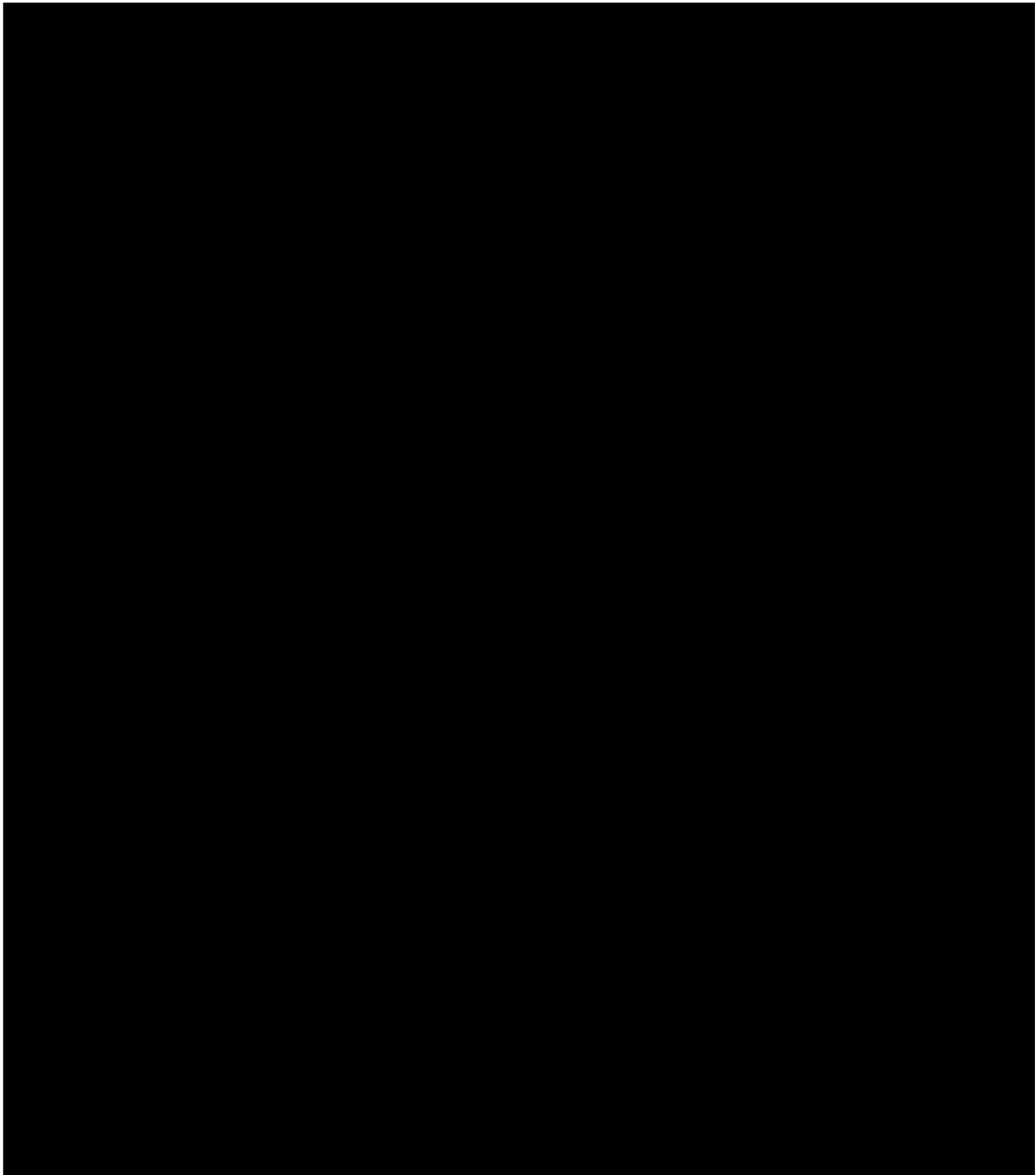


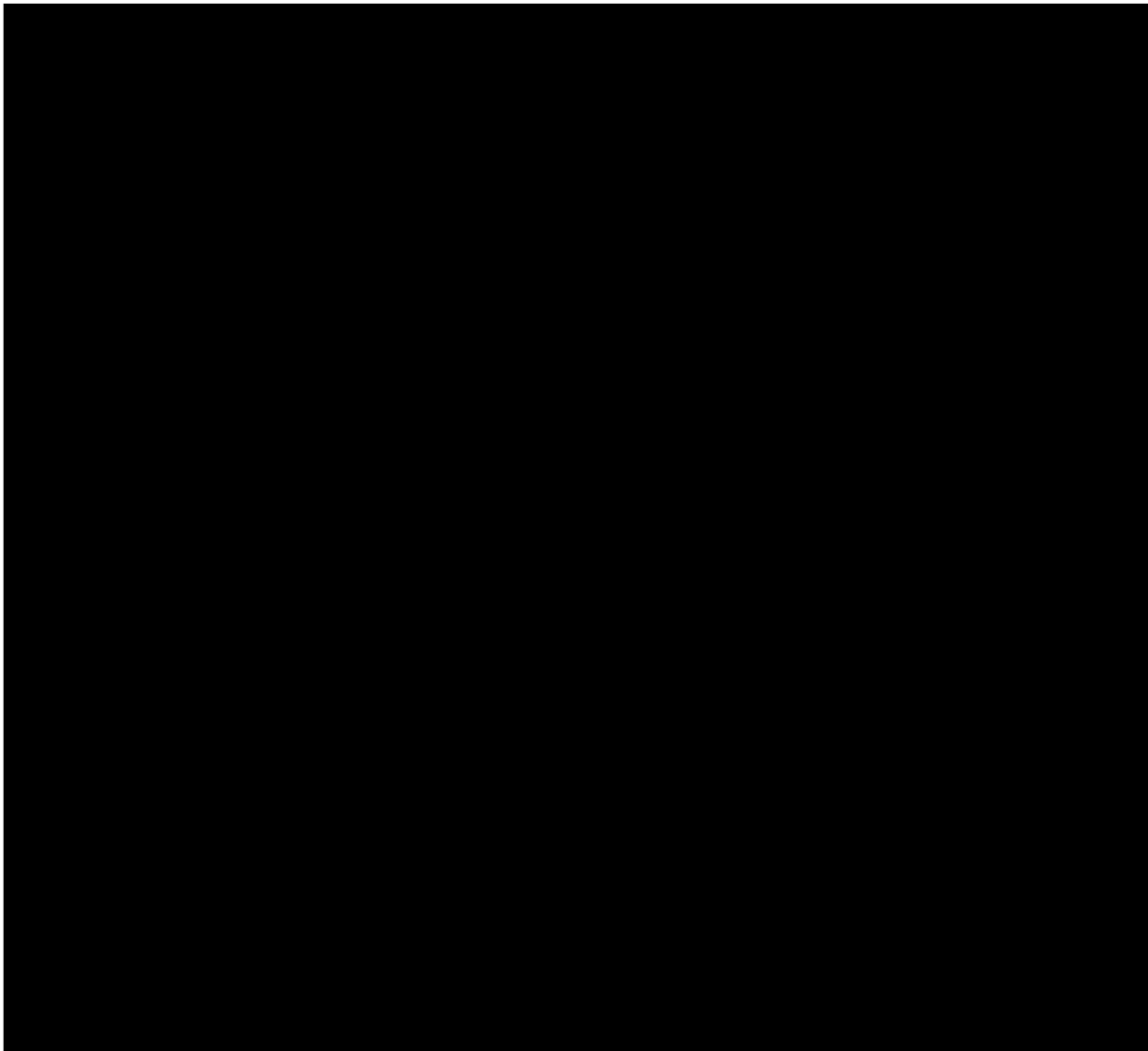


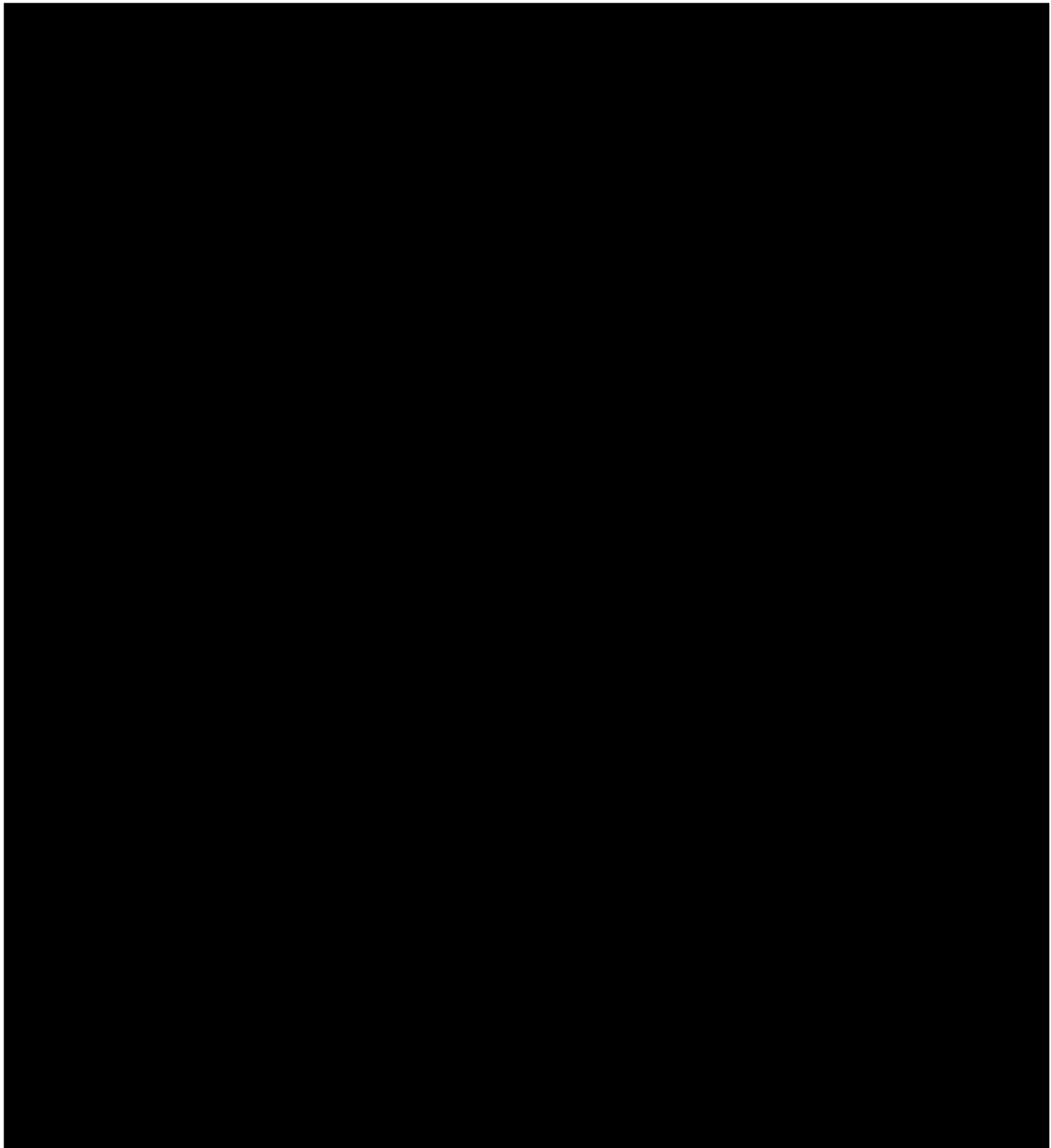


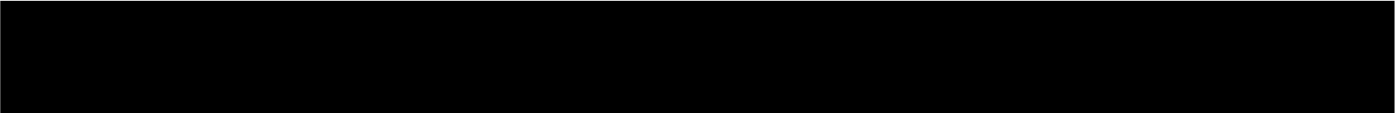
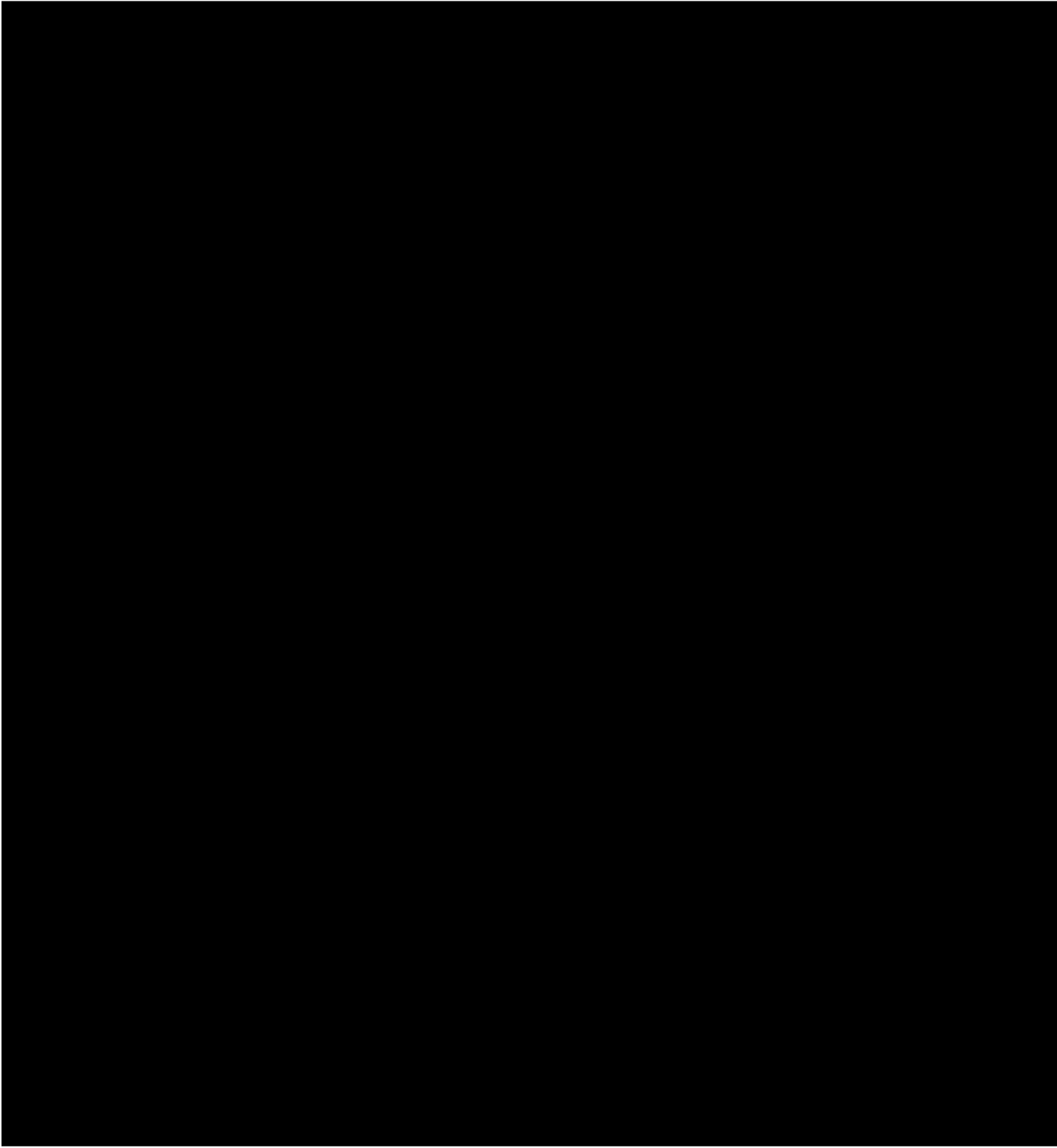
3.3.4 構造の検討

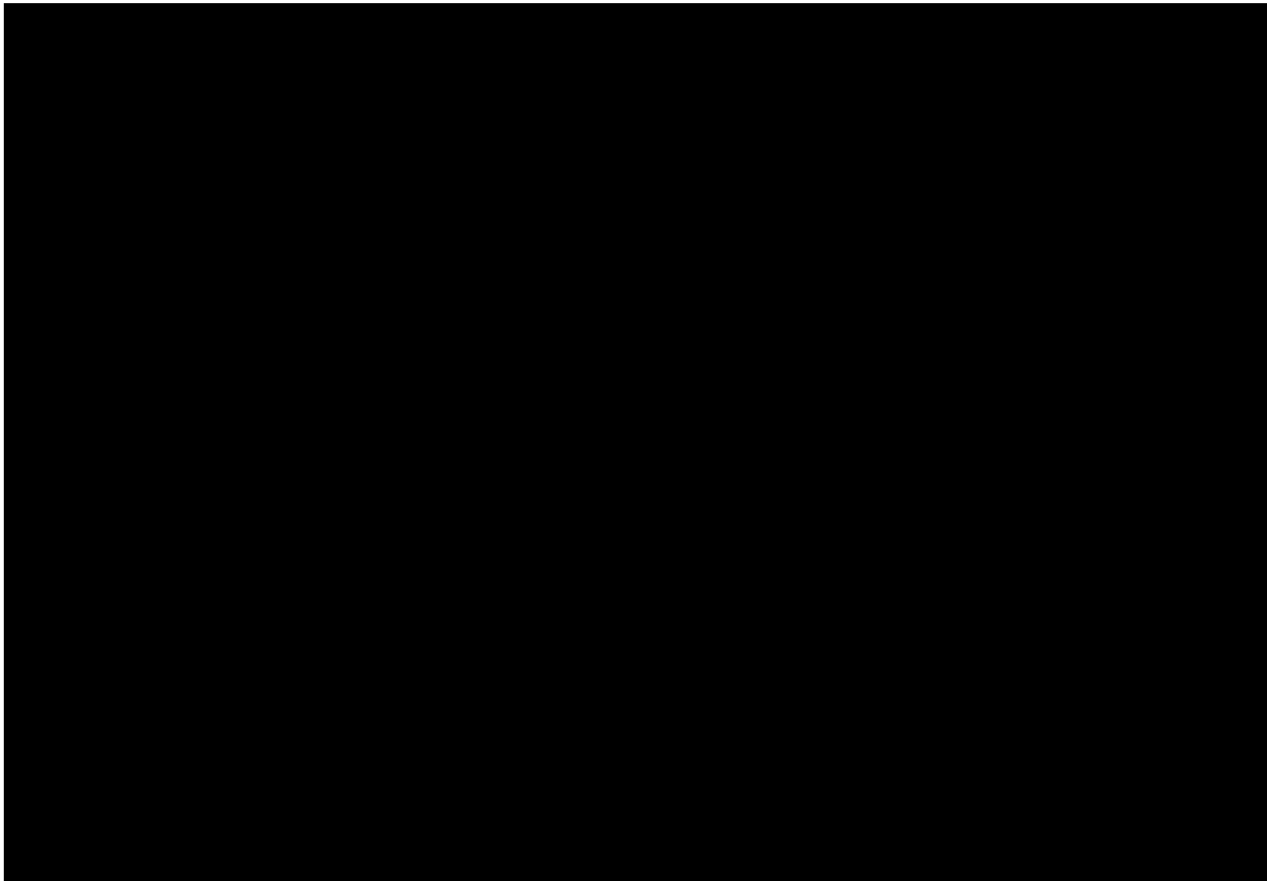




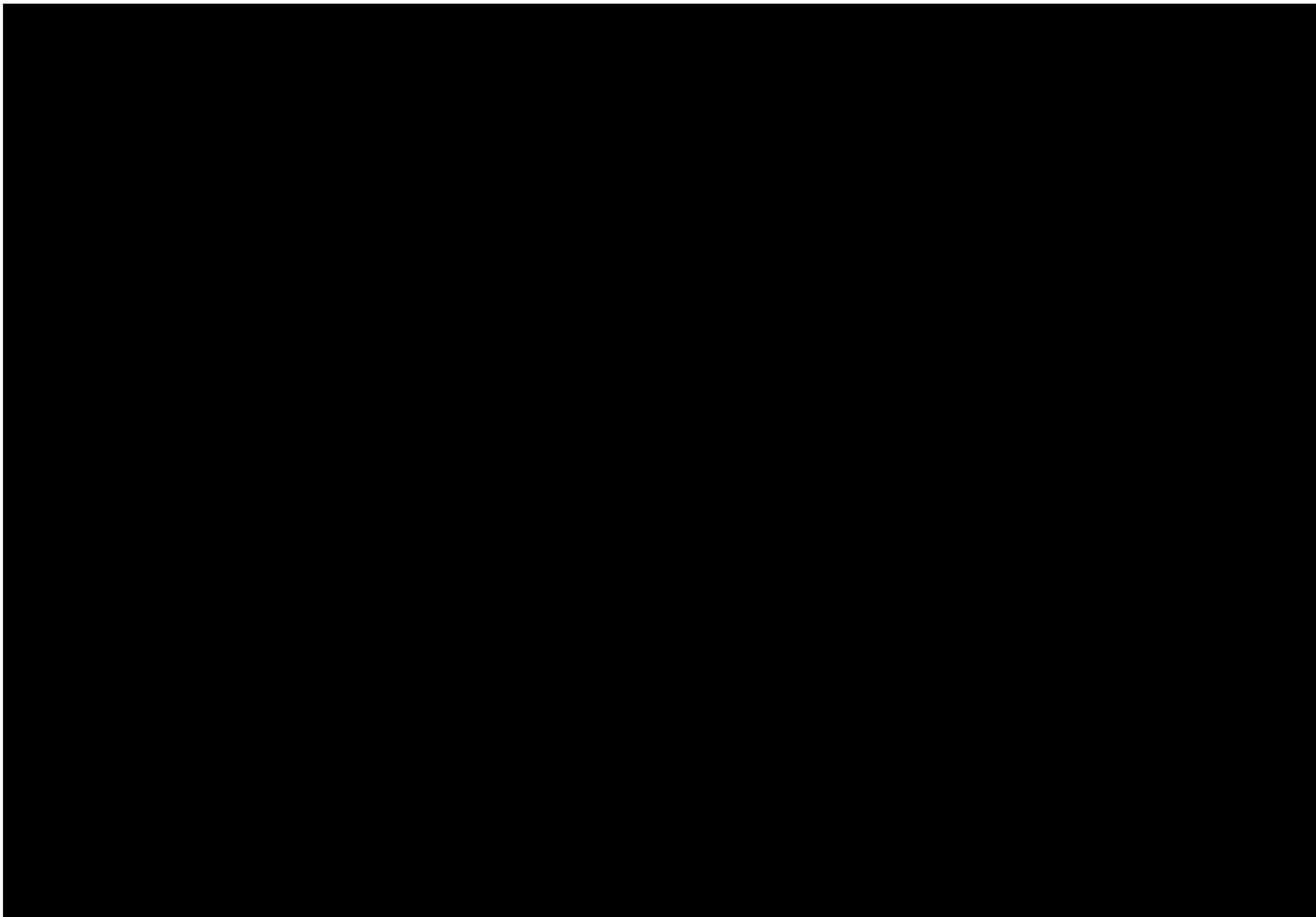




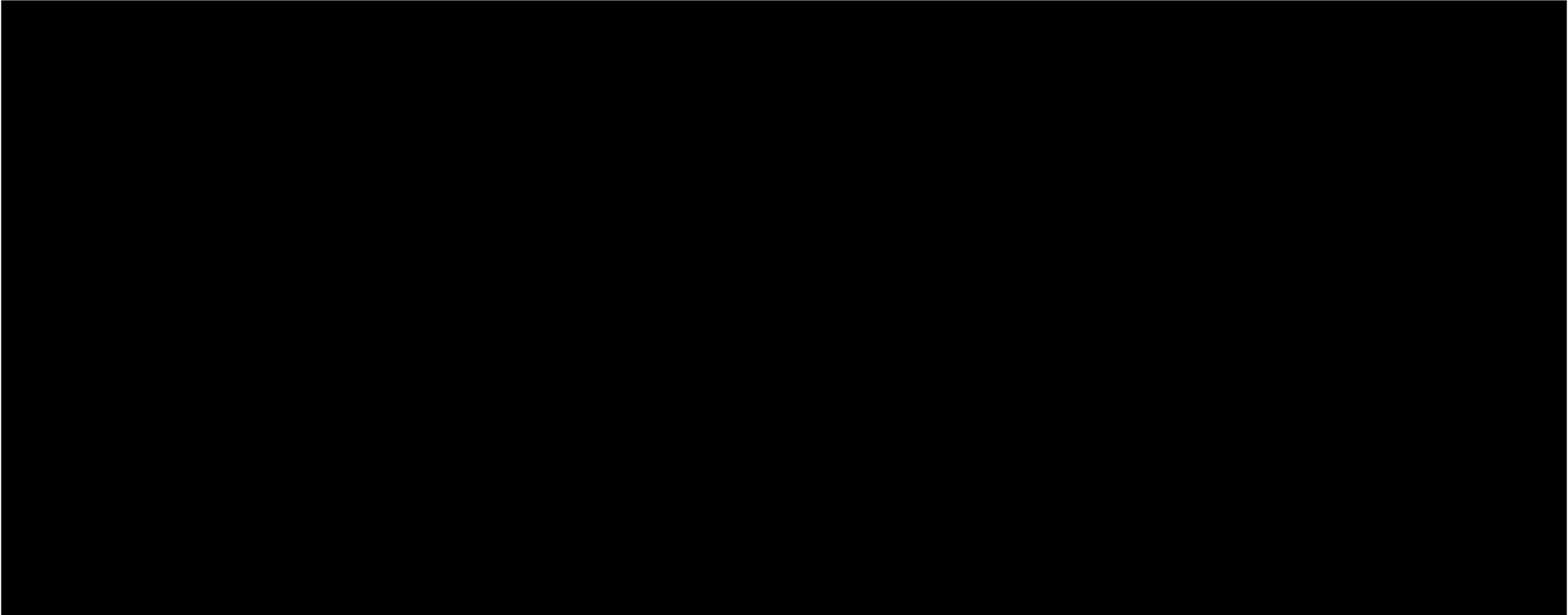




(5) 必要空間の検討



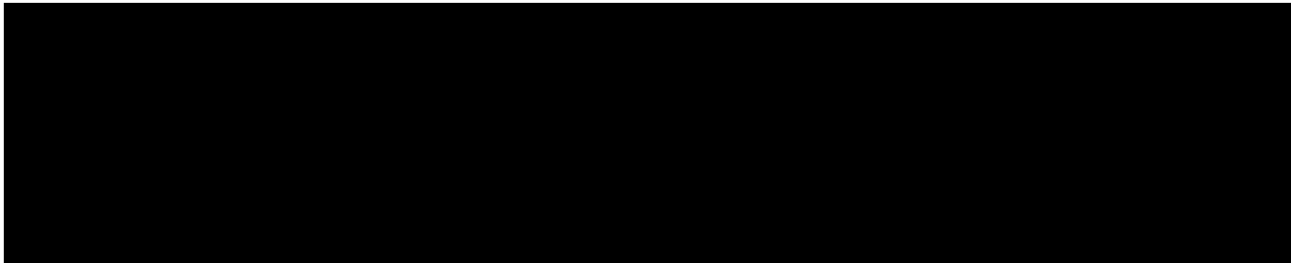
3.4 まとめ



4 路線の成立性確認のための構造検討

4.1 中間JCTの施工ステップ検討

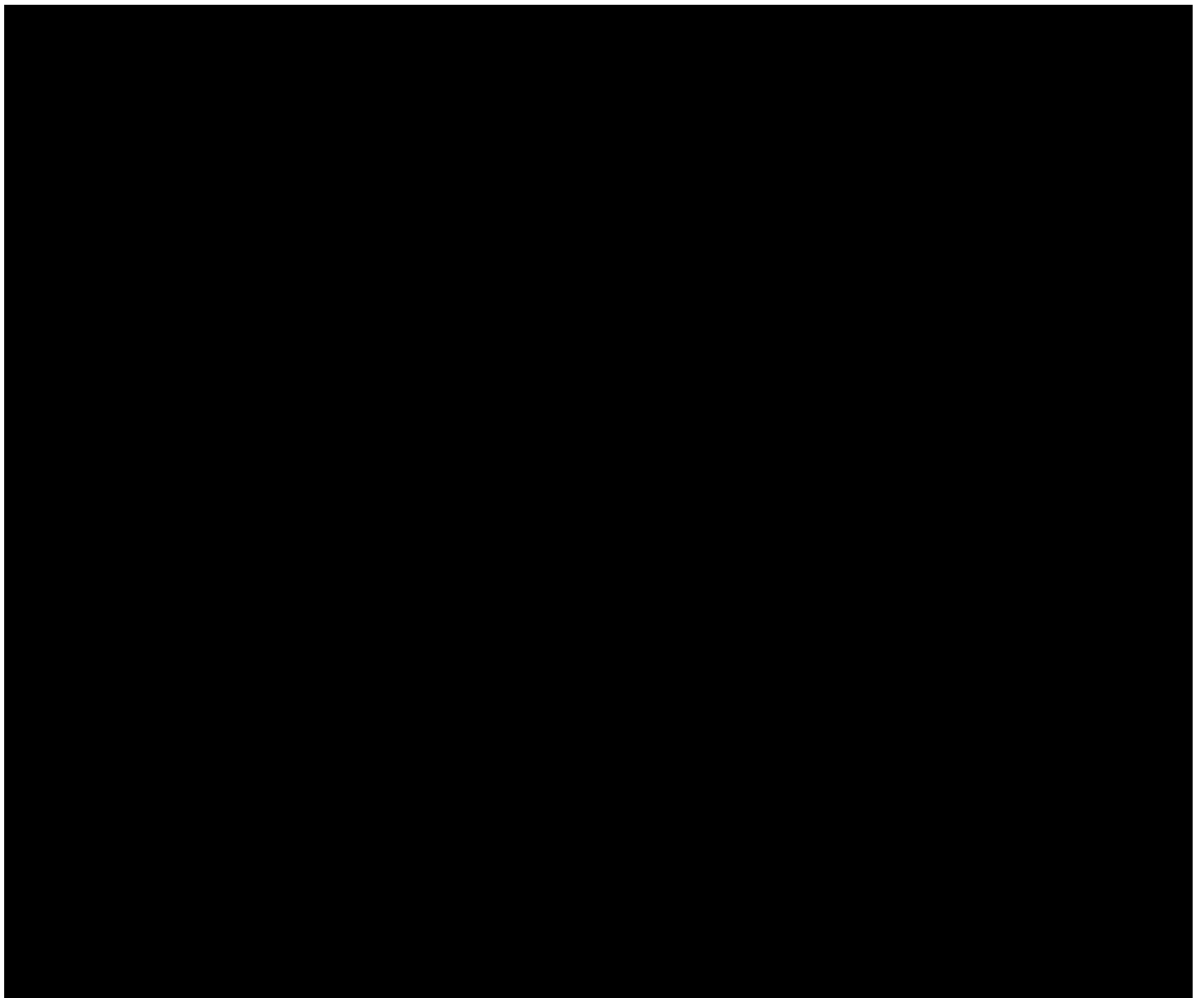
4.1.1 検討概要



4.1.2 検討条件

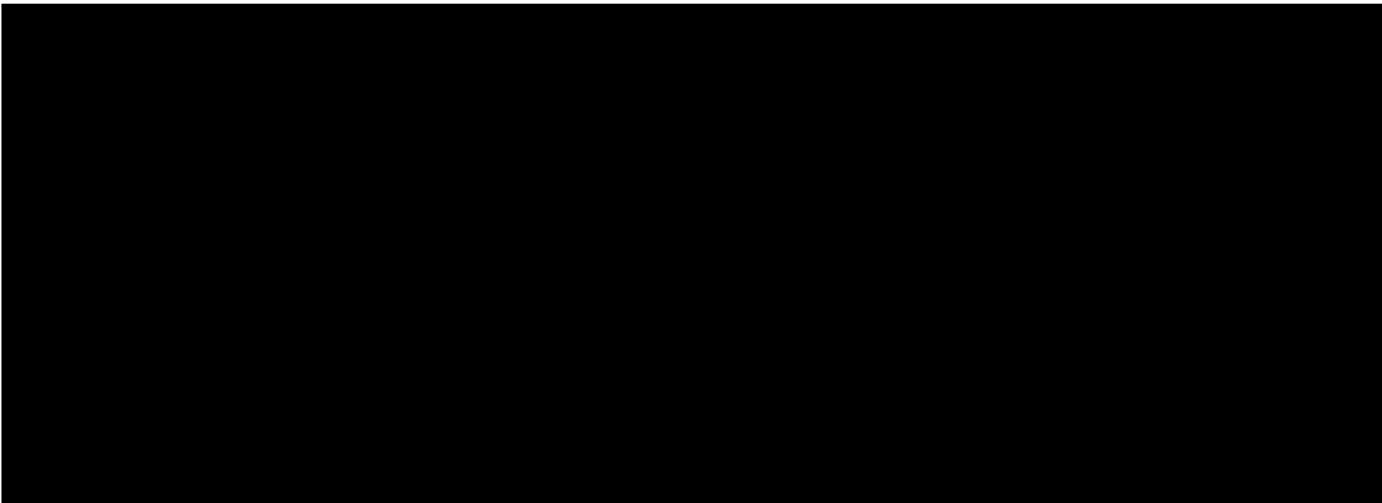
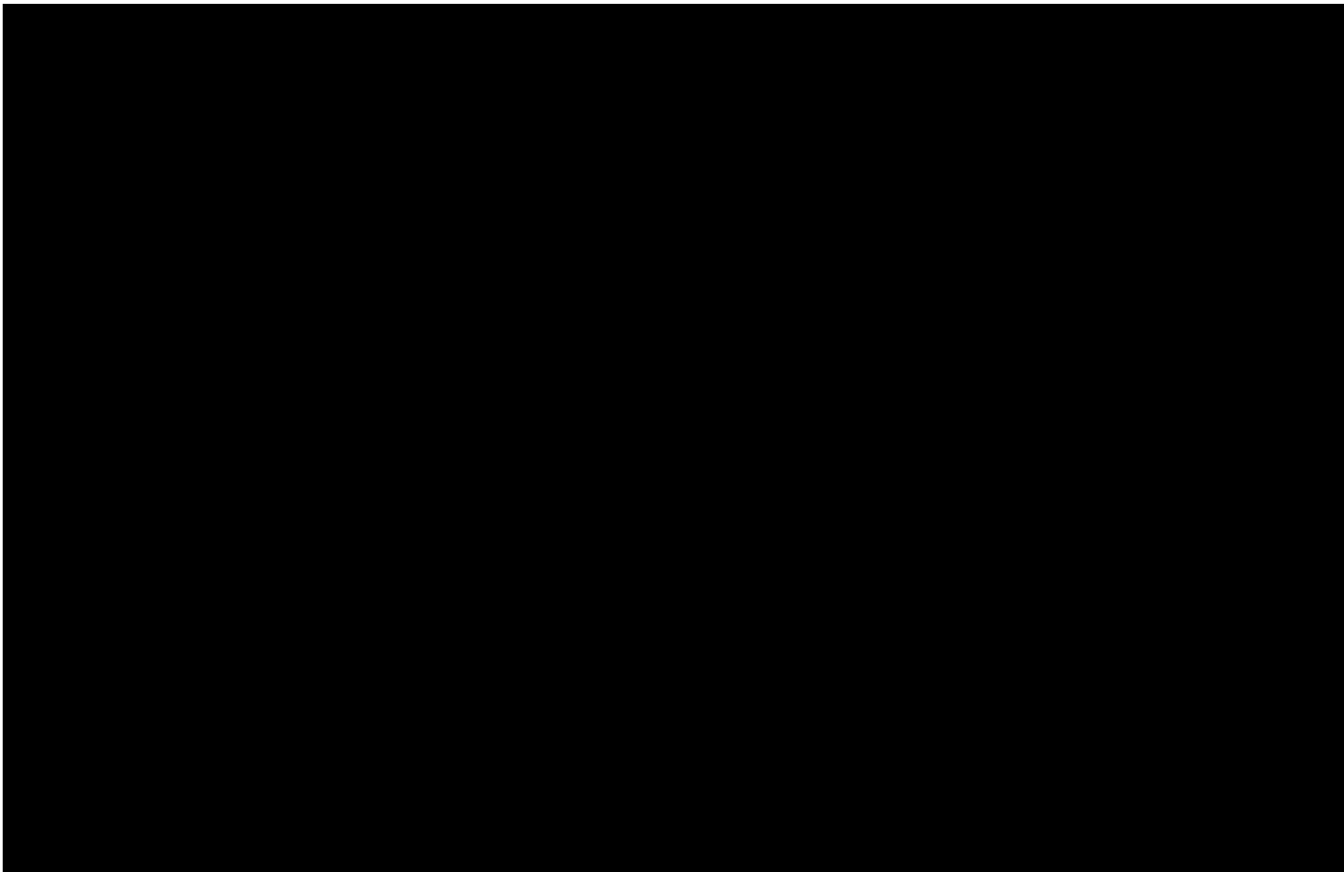
(1) 検討の前提とする構造

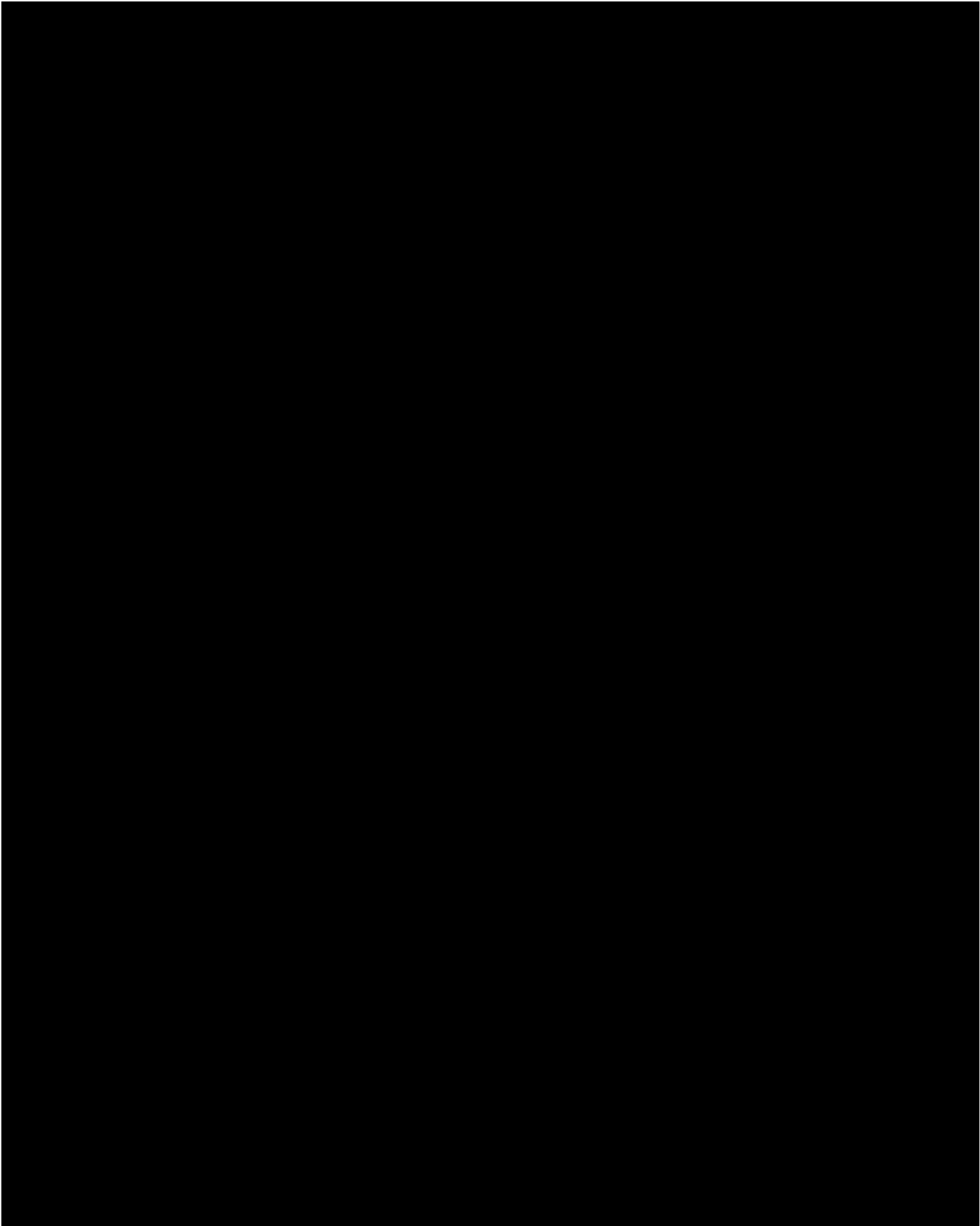
検討の前提とする JCT 構造は以下の通りとする。



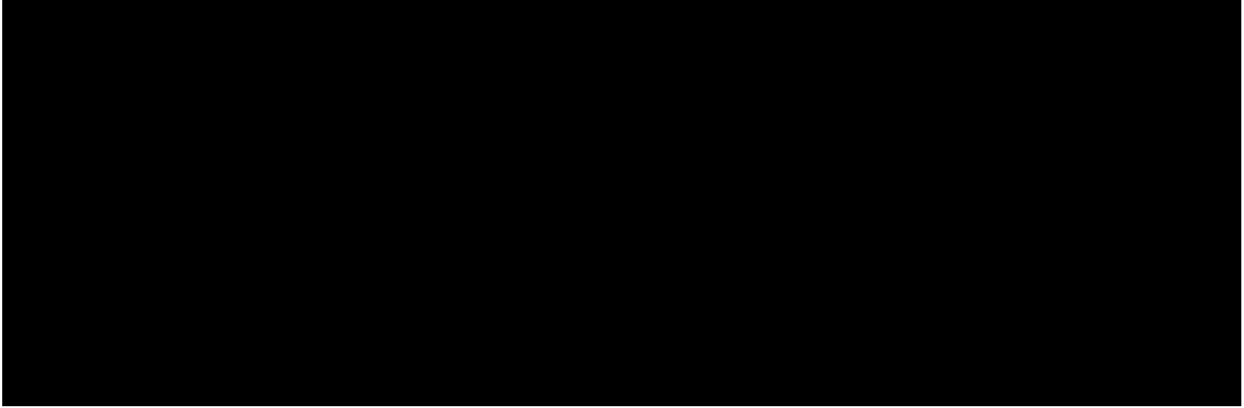
(2) 暫定供用

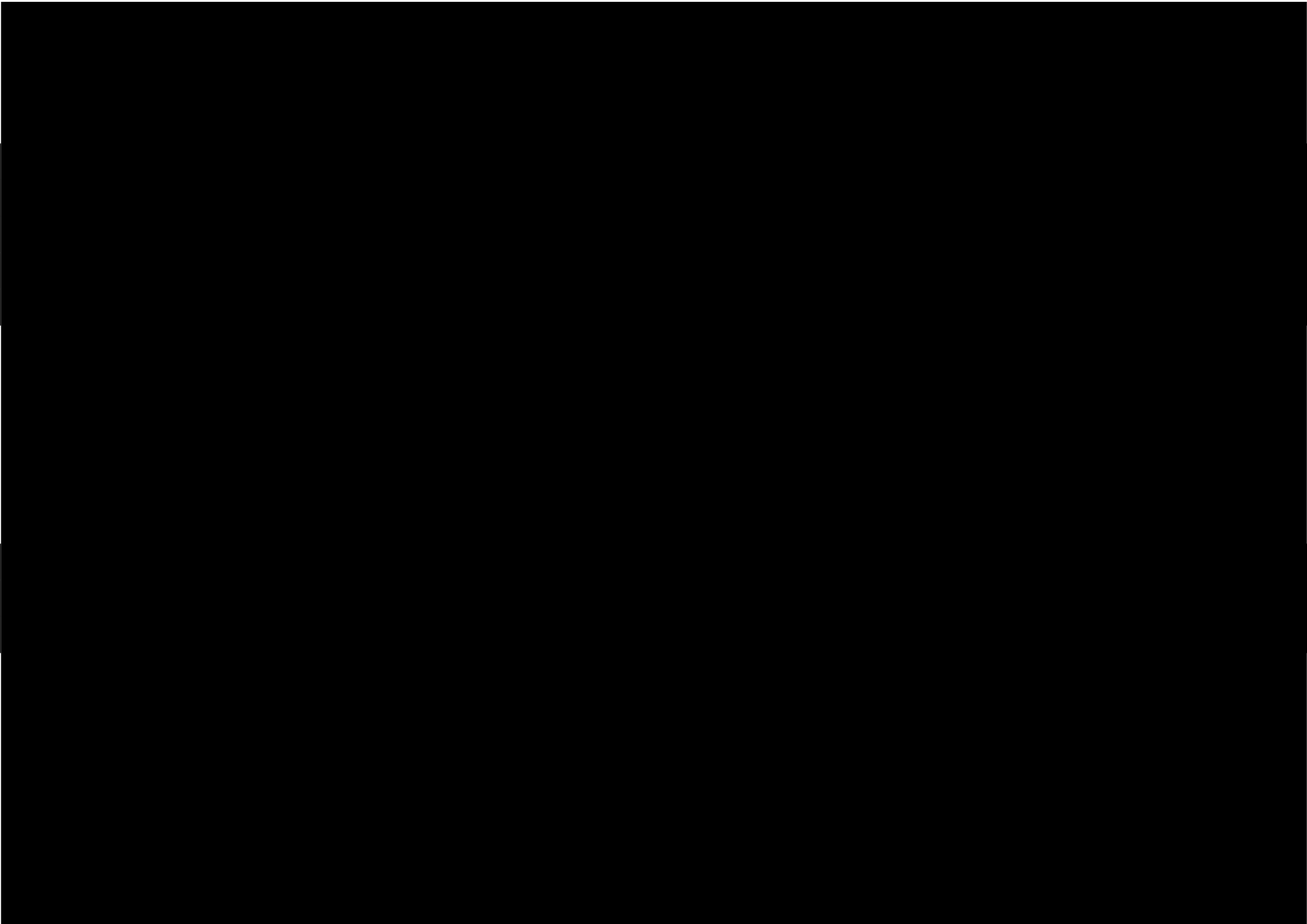


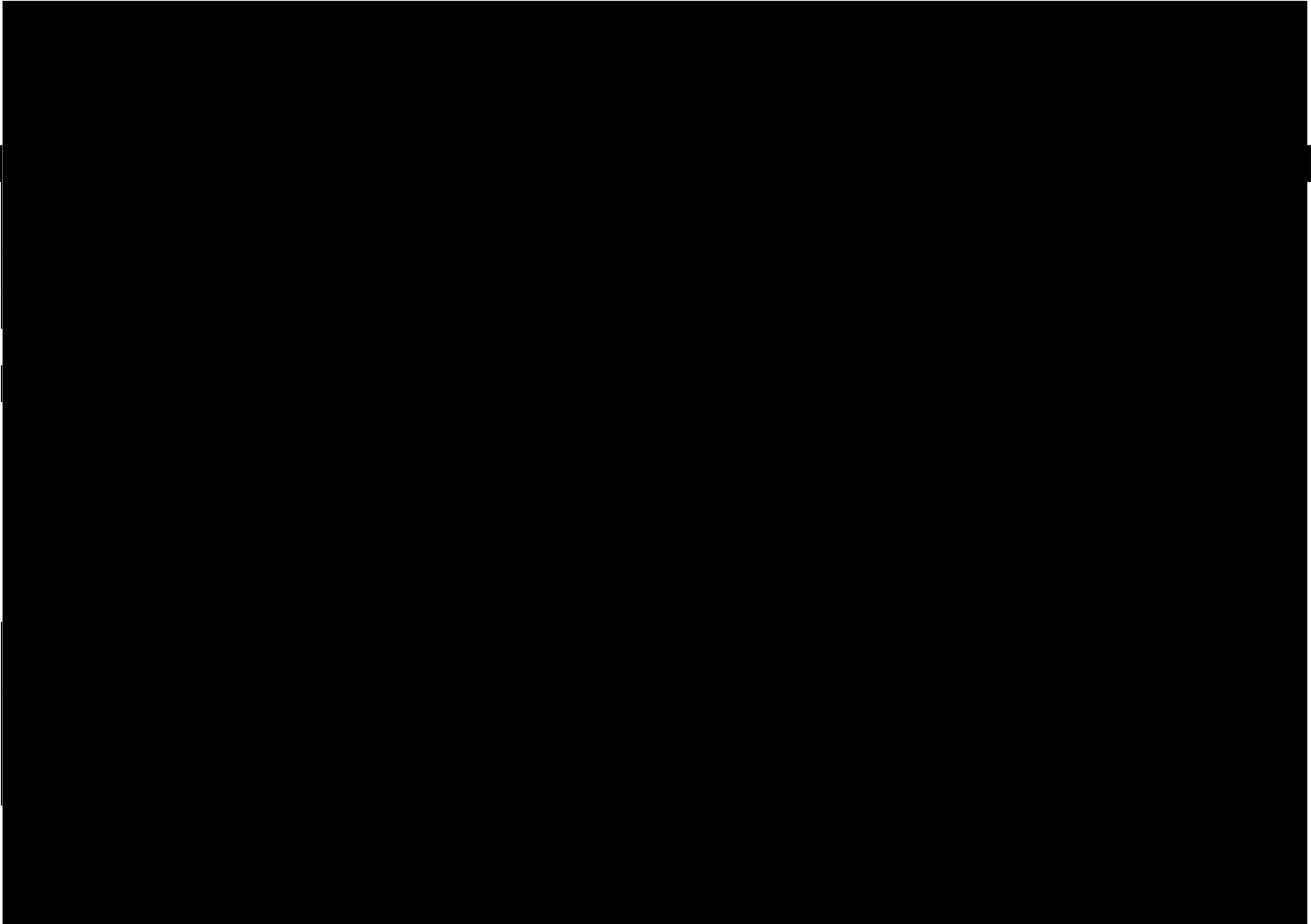


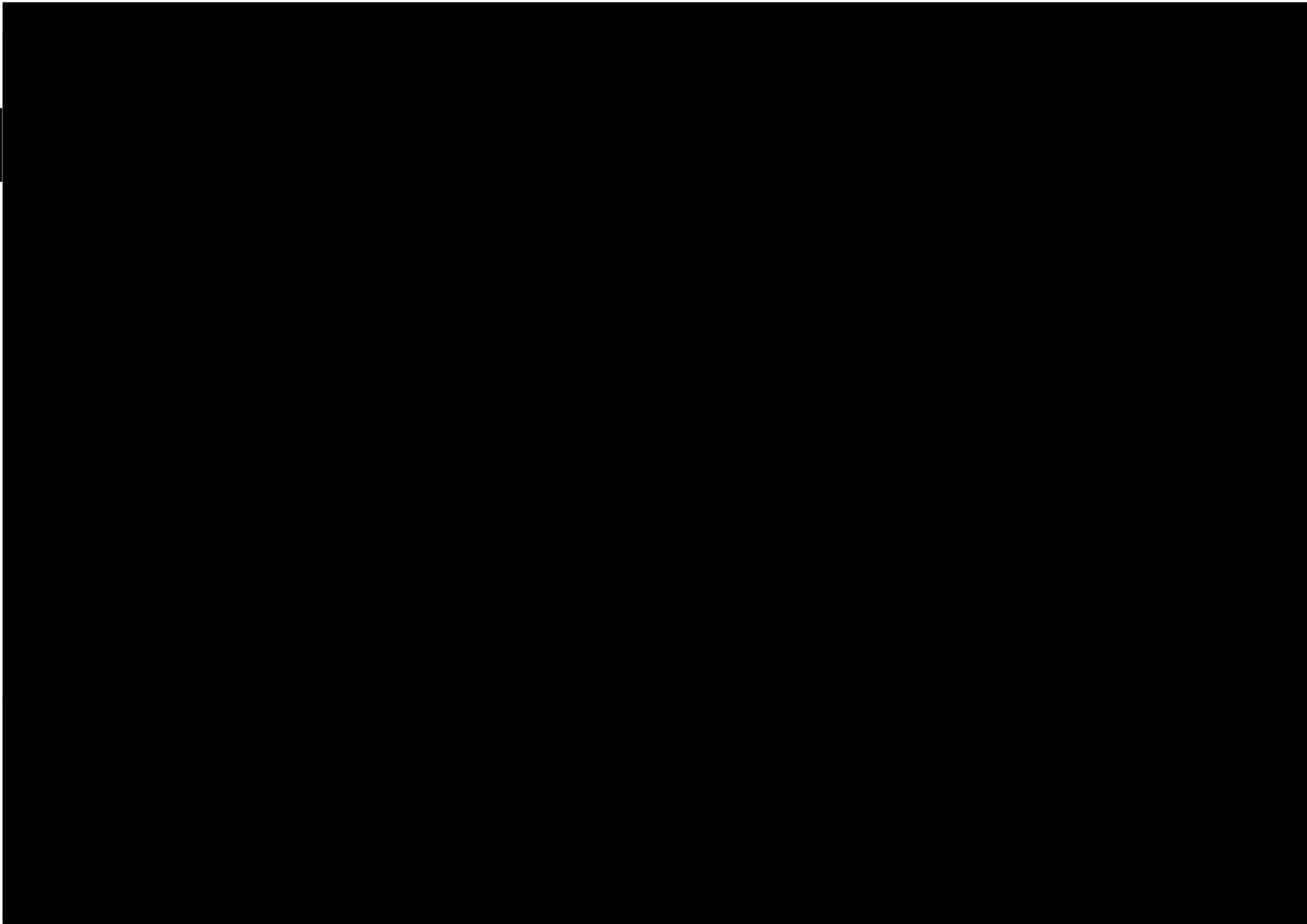


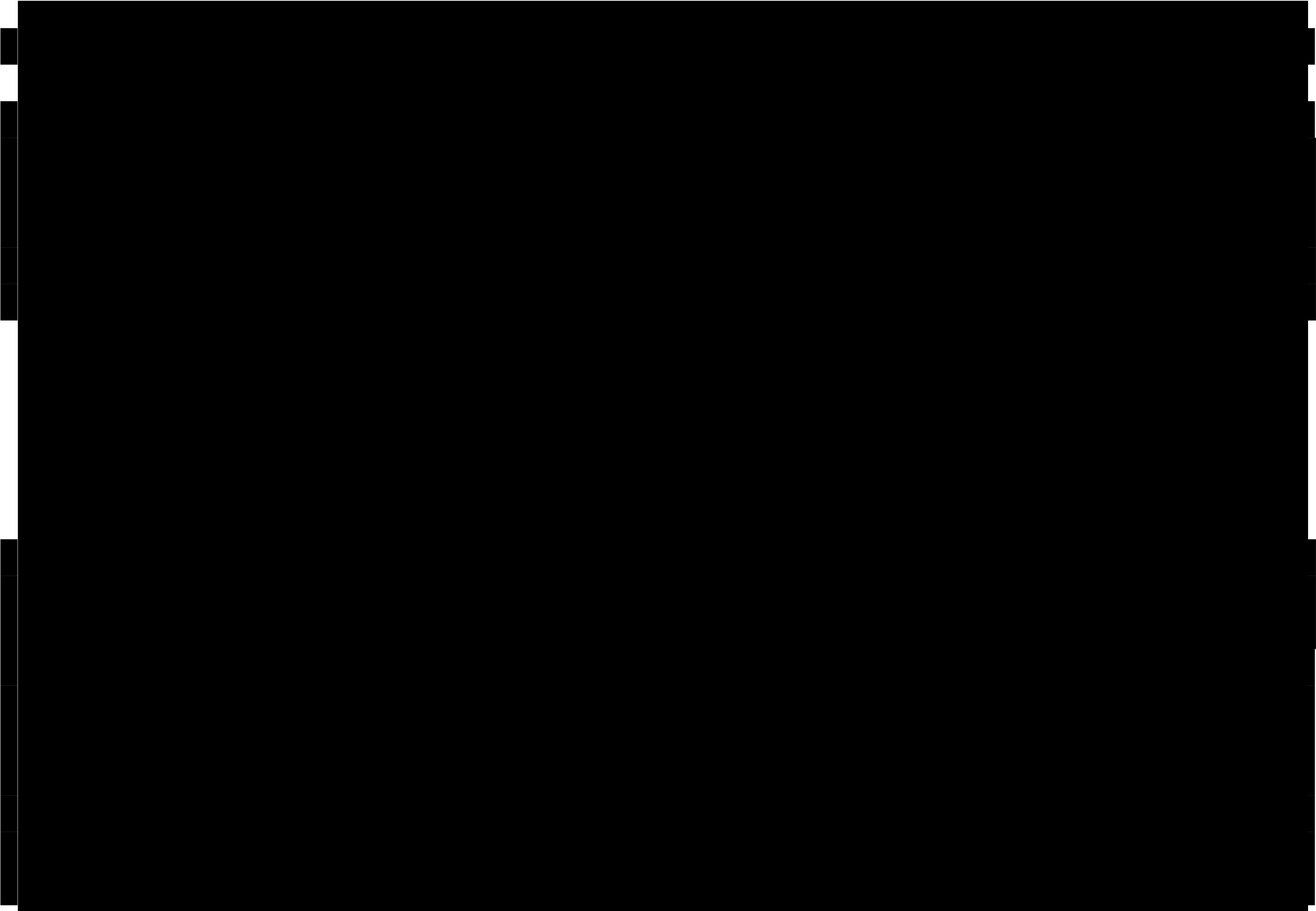
4.1.3 検討結果とまとめ

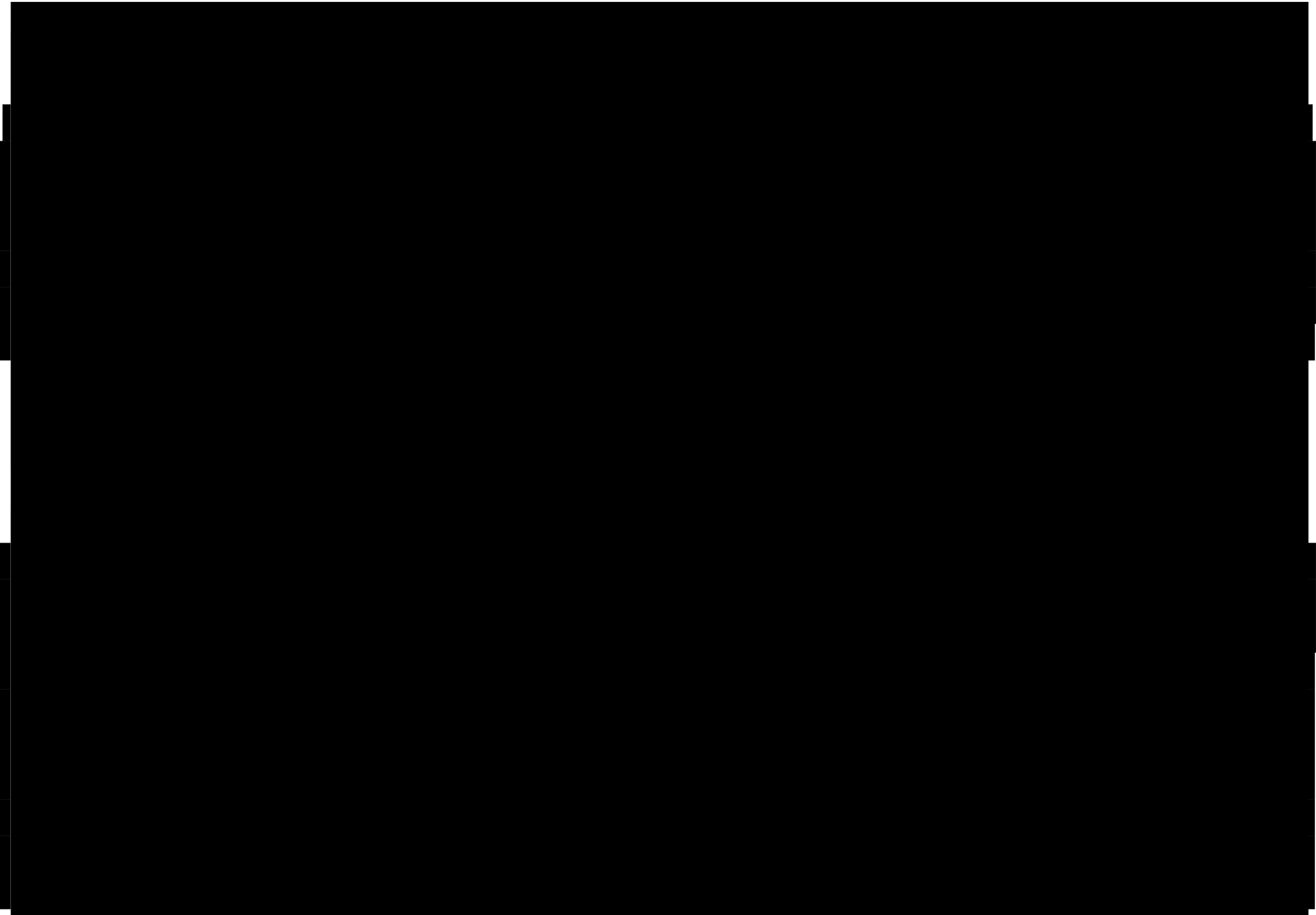


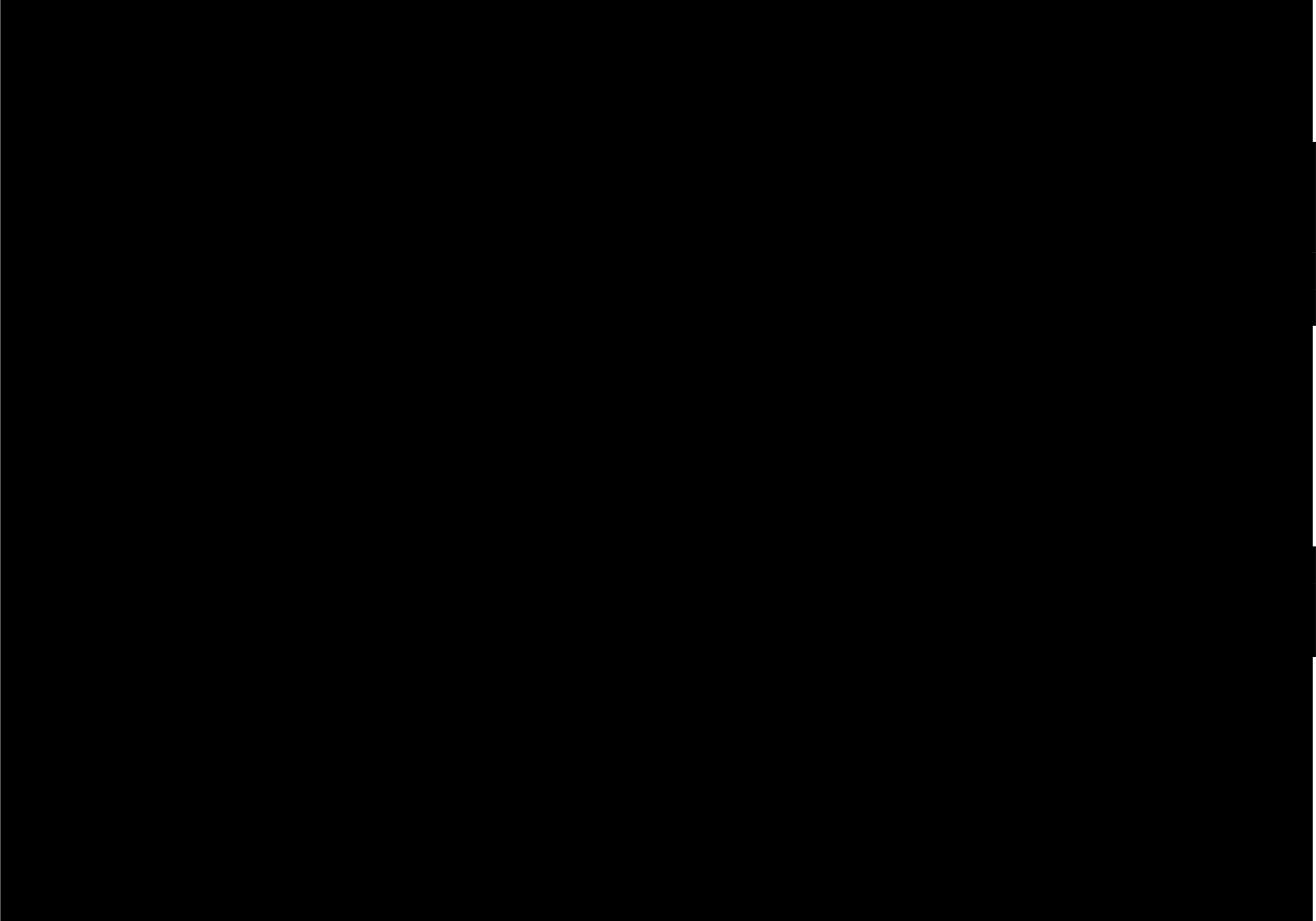


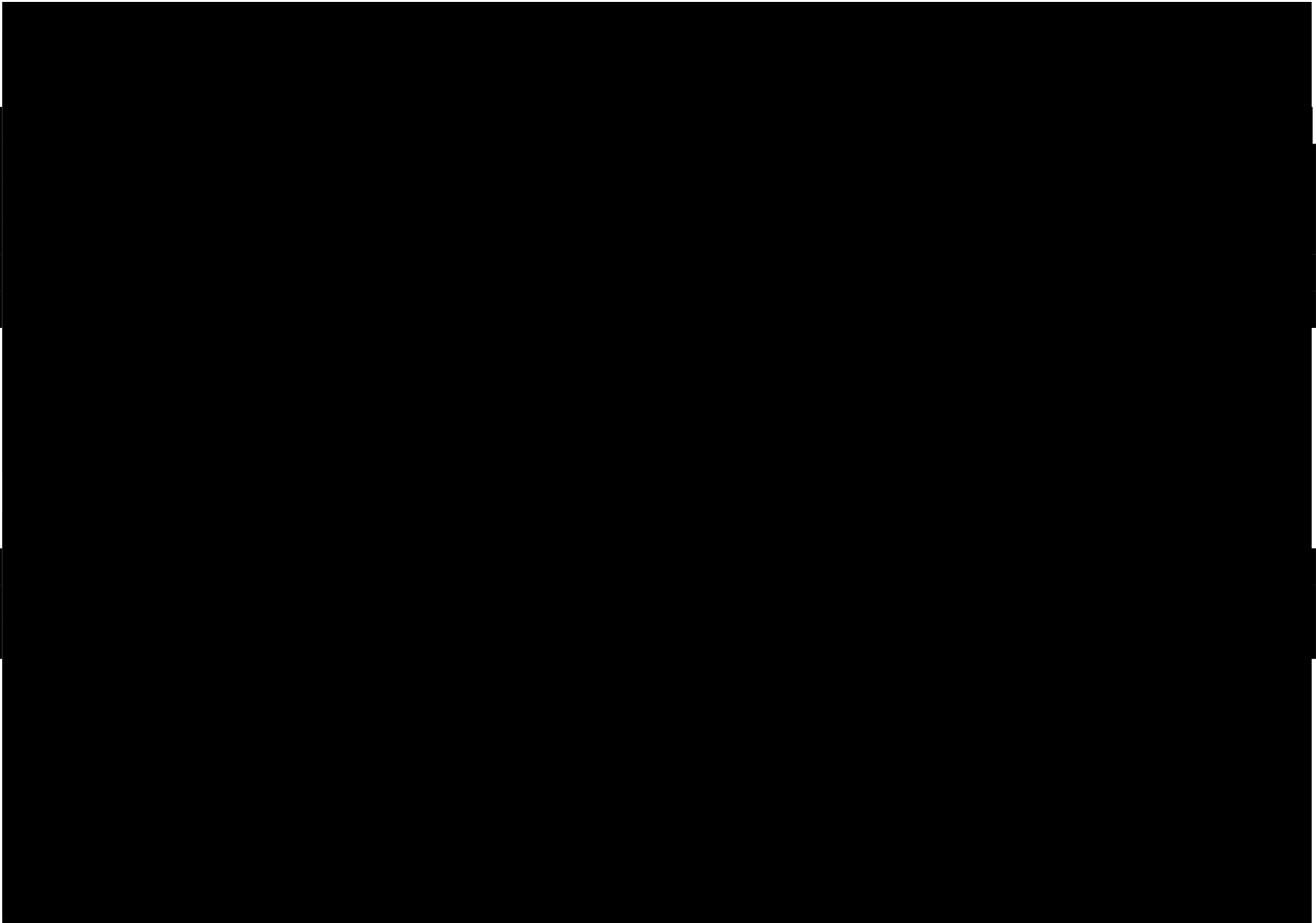


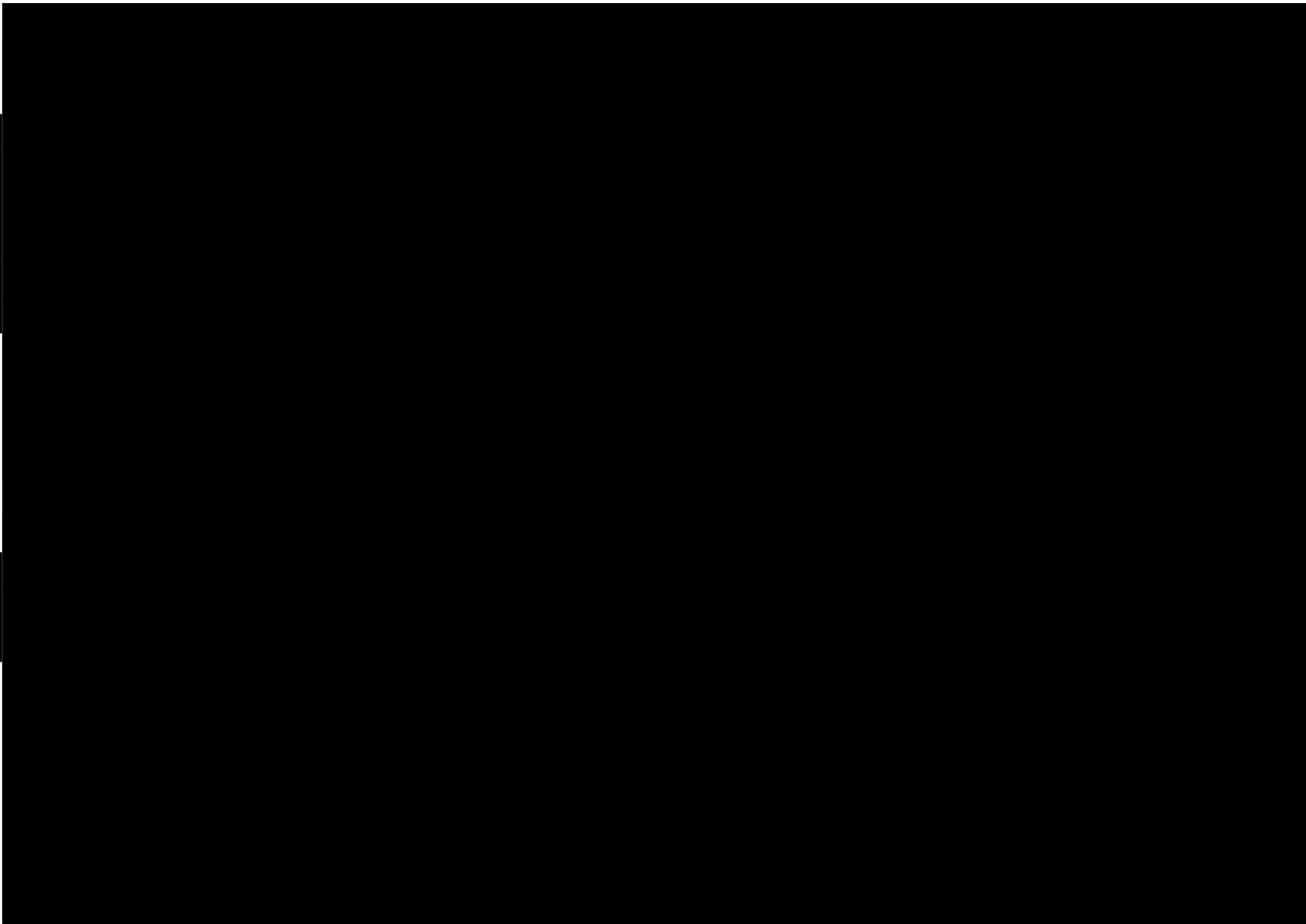


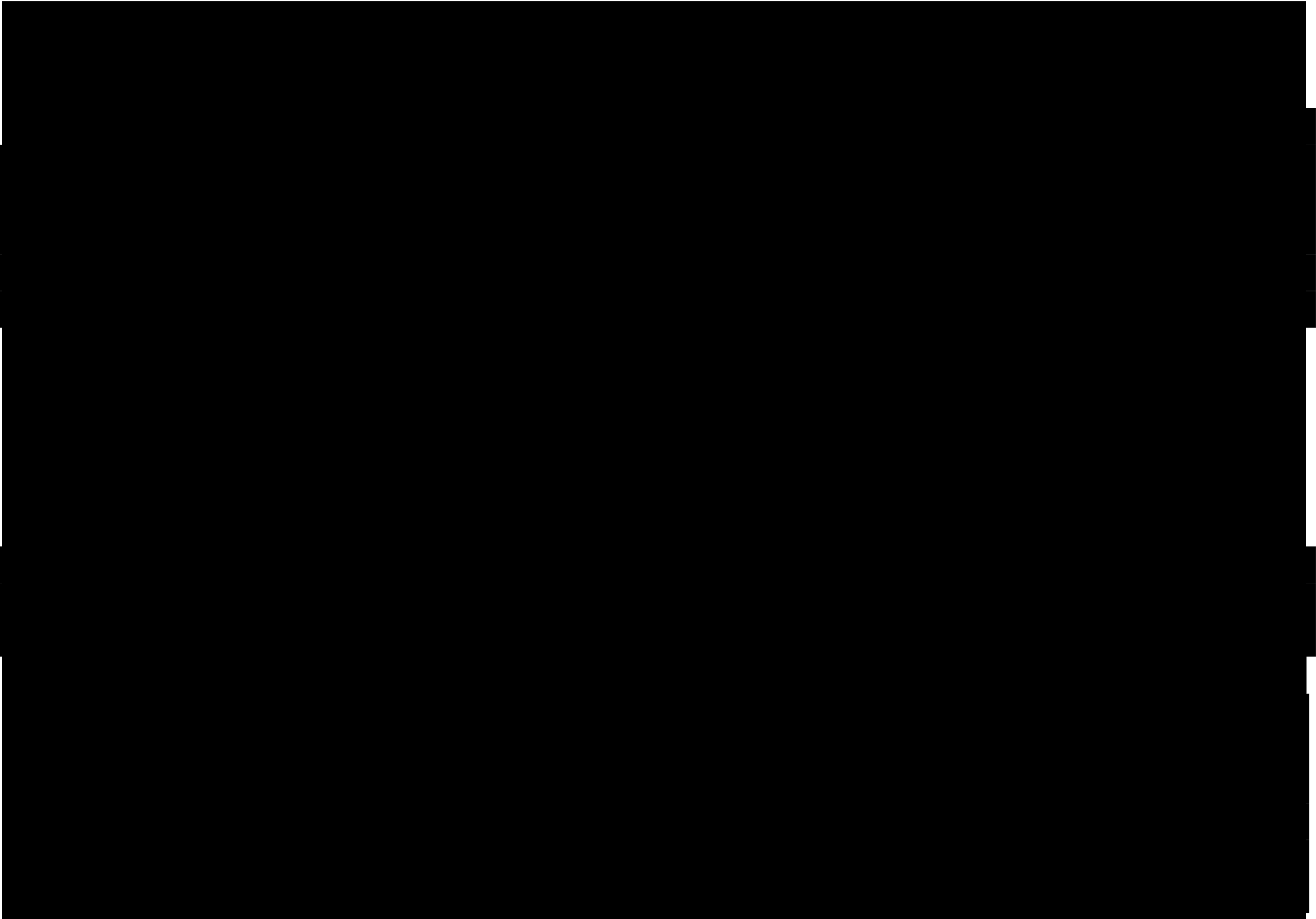


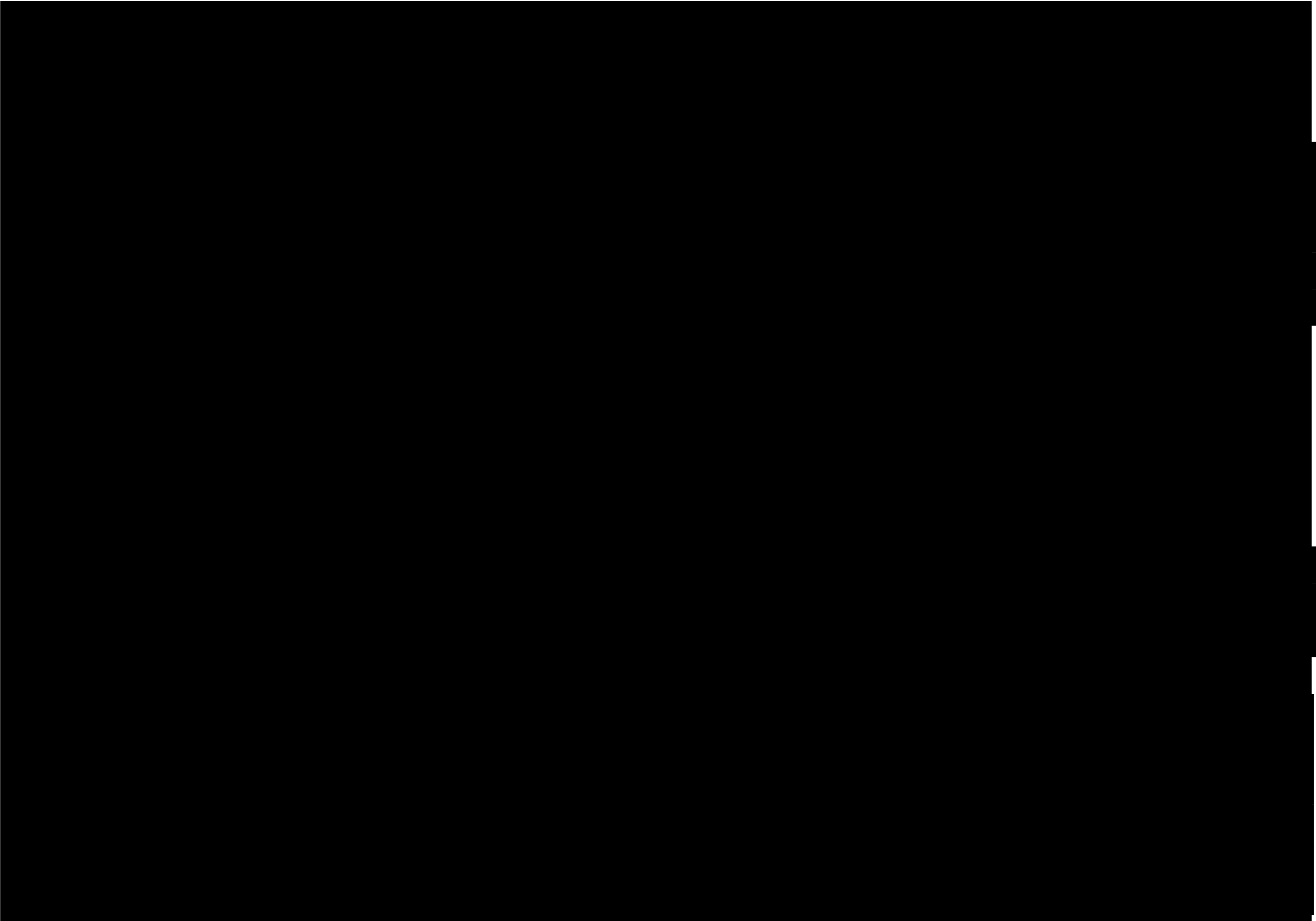


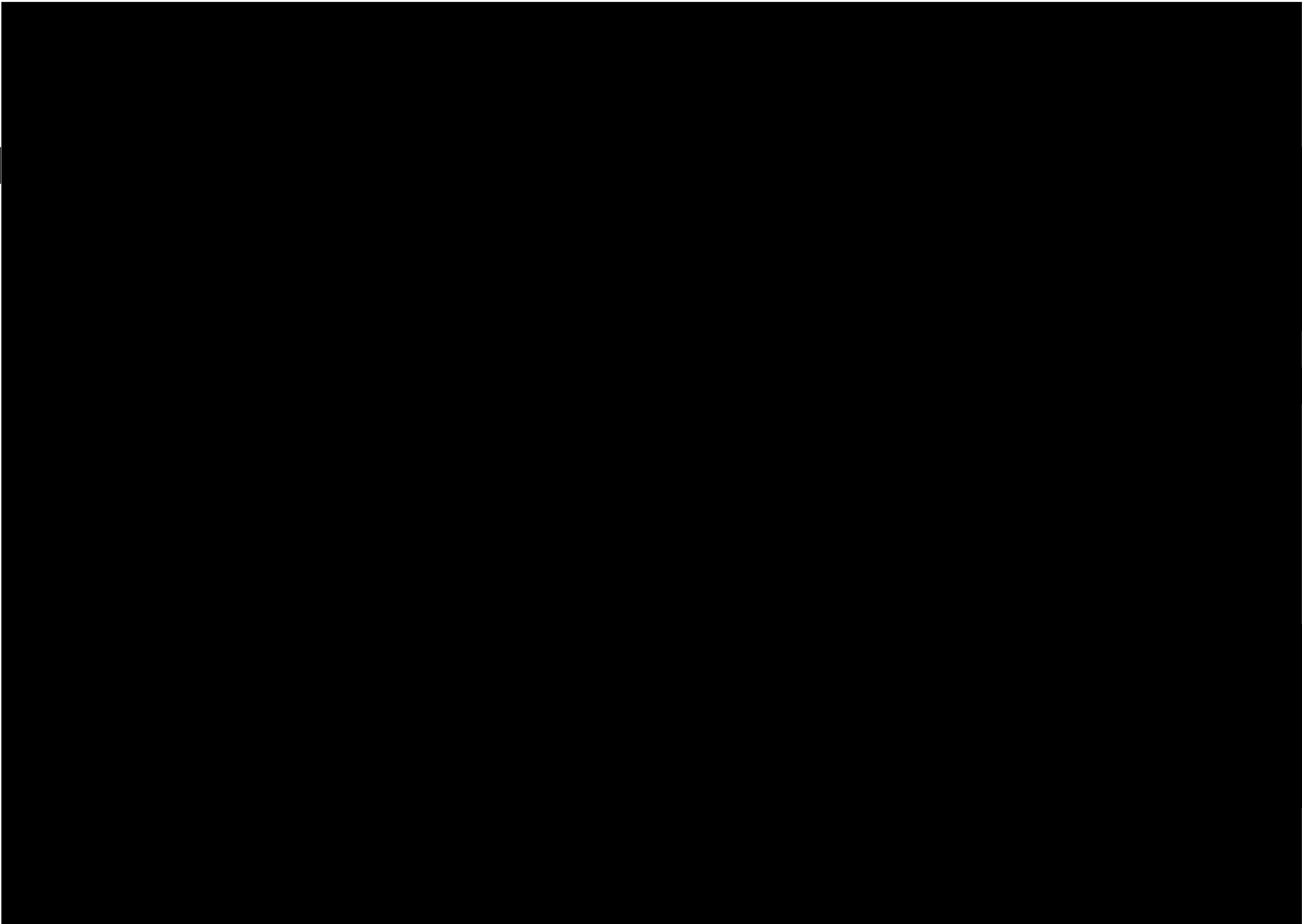












4.2 陥没事象を受けた配慮事項の整理

令和2年10月18日に東京外環（関越～東名）の東名側本線シールド（南行）の直上付近において、地表面陥没が発生したことに起因し、令和3年3月に「東京外環トンネル施工等検討委員会 有識者委員会 報告書」は発表された。これは、陥没および空洞について、その発生メカニズムや再発防止策に関する検討内容が取りまとめられたものである。

次頁以降に整理した資料を示す。

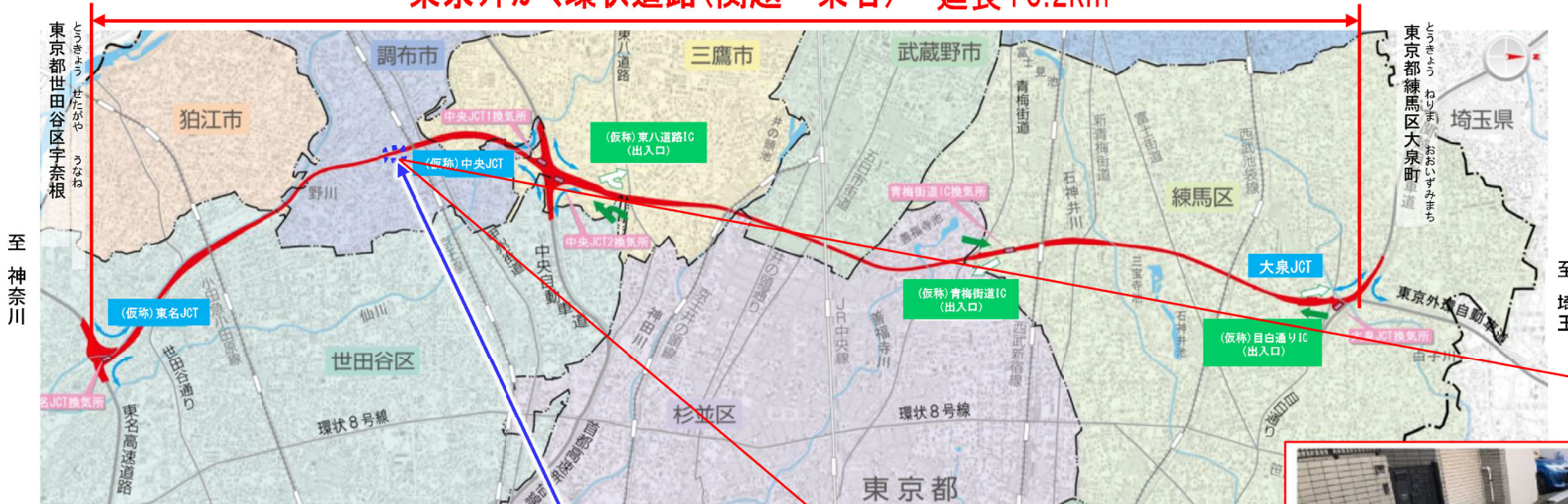
東京外環(関越～東名)の陥没事象を受けた配慮事項の整理

1. 陥没事象概要

✓ 東京外かく環状道路(関越～東名)の陥没事象について

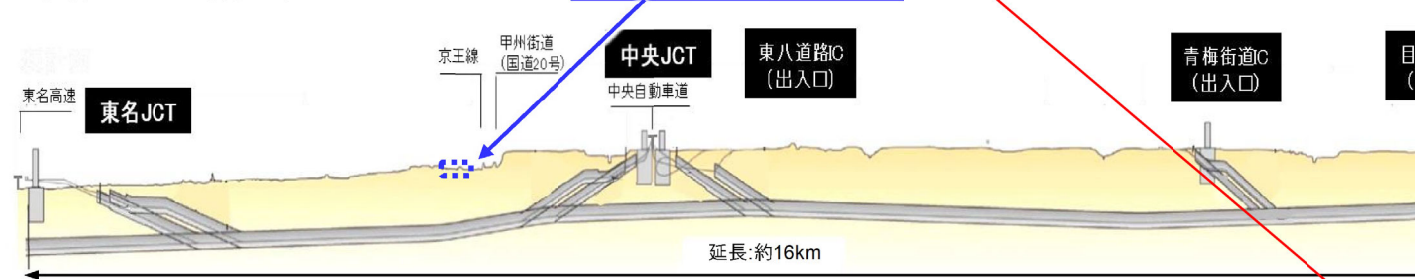
平面図

東京外かく環状道路(関越～東名) 延長16.2km



・本線トンネル掘進状況

陥没・空洞発生箇所



※掘進延長はR3.3.26時点

出典:「東京外かく環状道路工事現場付近での地表面陥没事象等について」より抜粋、一部加筆

東京外環(関越～東名)の陥没事象を受けた配慮事項の整理

2. 想定される陥没メカニズム

有識者委員会報告書にて、想定される陥没メカニズムと外環以北の陥没事象との関連が考察されている。外環以北では、このうち④、⑤が陥没の原因として示唆されている。

		I. 掘削前の表層地盤の状況		
		想定されるメカニズム①	想定されるメカニズム②	想定されるメカニズム③
概要	<p>埋設管 接続部漏水・吸い込み</p>	<p>降雨 地下水流 浸食</p>	<p>人工物 井戸 浸食 砂の流出</p>	
	<p>地下埋設物からの漏出・吸い込み</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下水道接続部等の漏水 ・下水道接続部等の吸い込み 	<p>地下水流、地下水変動、大雨による浸食</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然浅層地下水による浸食 	<p>人工物の存在による影響や人工物の埋戻し部の浸食</p> <ul style="list-style-type: none"> ・井戸、排水桝、地下放水路等の人工物による影響 ・過去に存在した建造物の埋戻し砂の流出 	

		II. シールド施工の影響	
		想定されるメカニズム④	
		<p>休止後の掘進再開時 緩み取込 切羽地盤の緩み 局所変状 広域変状</p>	
概要		<p>閉塞及び閉塞解除作業の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・細粒分が極めて少なく、かつ礫が卓越する特殊な地盤における掘削土の塑性流動性・止水性が低下し、夜間休止時間において土砂分離・沈降が生じるなどにより、掘進再開時にカッターが回転不能となる事象（閉塞）が発生 ・閉塞を解除するため、沈降した砂礫を排土しながら気泡材を注入する等の特別な作業を行ったことにより切羽の緩みを生じさせ、単一の砂層が掘削断面上部に厚く堆積する特殊な地盤において煙突状にゆるみ領域が上方に拡大 	

		II. シールド施工の影響				
		想定されるメカニズム⑤	想定されるメカニズム⑥	想定されるメカニズム⑦	想定されるメカニズム⑧	想定されるメカニズム⑨
概要	<p>掘進時 緩み取込 切羽地盤の緩み</p>	<p>ボイド天端の崩れ 通過時沈下 浮力挙動</p>	<p>気泡 浮力上昇 →緩み発生</p>	<p>振動伝搬 (緩み拡大等) シールド機掘進時の振動</p>	<p>土砂噴発 緩み取込</p>	
	<p>掘進時の影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・チャンバー内の塑性流動性の不足による天端や切羽土圧の不安定化 ・掘削土砂の過大な取込み 	<p>掘進後のボイドによる影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ボイド天端の崩れ 	<p>空気のかげの上昇による影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気泡に用いる空気の顕著な浮力上昇 ・空気の上昇による緩み拡大 	<p>トンネル掘削の振動による締固め・局所的な液状化による影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・カッター付近の振動による締固め・局所的な液状化 	<p>シールド施工時の土砂噴発等による影響</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シールド機テール・スクリーコンベヤからの出水による土砂噴発 ・セグメント継手面からの出水 ・セグメントの損傷 	

東京外環(関越～東名)の陥没事象を受けた配慮事項の整理

2. 想定される陥没メカニズムと全体的な配慮事項

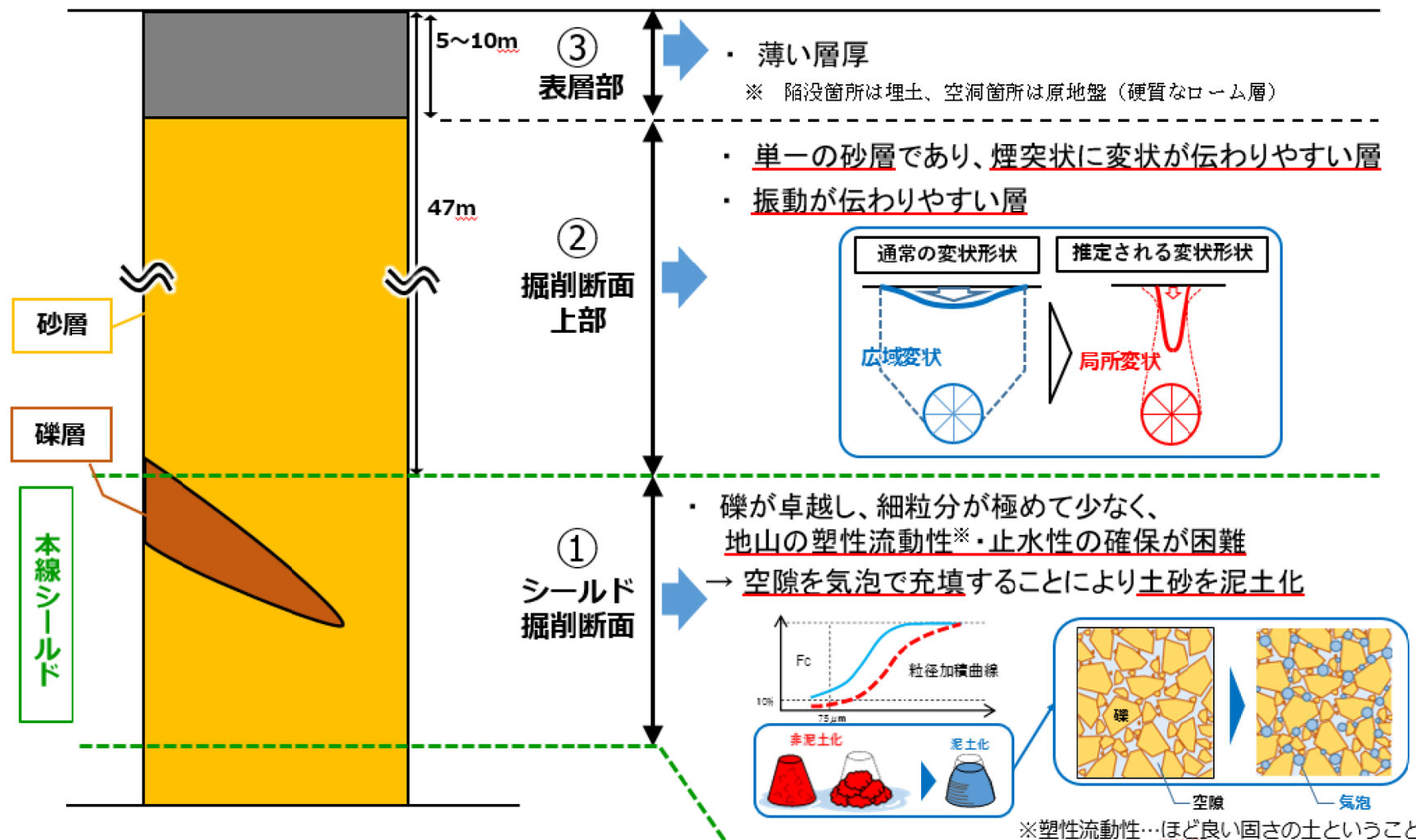
	陥没メカニズム	外環以北での考察(「東京外環トンネル施工等検討委員会 有識者委員会 報告書」抜粋)	以南における配慮事項
掘削前の表層地盤の状況	① 地下埋設物からの漏出・吸い込み	地下水の成分調査により下水成分が確認されなかったことから、 陥没・空洞形成の要因である可能性は低い。	
	② 地下水流、地下水変動、大雨による浸食	当該地域は緩やかな集水地形となっているが、空洞・陥没箇所の上層土砂が入間川に向かって流出している可能性は確認できておらず、 陥没・空洞形成の要因である可能性は低い。	
	③ 人工物の存在による影響や人工物の埋め戻し部の浸食	空洞内部に人工物の存在が確認されたものの、あらかじめ空洞形成されていたこととの 因果関係は、現時点では特定できなかった。	
シールド施工の影響	④ 閉塞及び閉塞解除作業の影響	夜間休止時間に チャンバー内の土砂が分離・沈降 し、締固まってしまうことで 掘進再開時に閉塞 が生じ、その解除のために、沈降した土砂を排土しながら起溶液を注入する等の特別な作業を行う過程で、 土圧の不均衡 が生じて地山から土砂がチャンバー内に流入し、結果として 地山に緩みが発生 したことにより、 緩み領域が煙突状に上方に進展し、陥没・空洞形成の要因となったと推定される。	
	⑤ 掘進時の影響	また、陥没・空洞箇所周辺の掘進時において、掘削土の塑性流動性を保つため、通常より多くの気泡材を注入していたが、閉塞解除作業により生じた地山の緩みに気泡材が浸透することにより、塑性流動性・止水性が低下し、閉塞解除作業により生じた地山の緩みに対する切羽土圧の不均衡が生じていたと推定される。また、一部の気泡材は回収できず、掘削した地山重量は過少に評価され、土砂の取り込みが想定より過剰に生じていたと推定されることから、 緩み領域が煙突状に上方に進展し、陥没・空洞形成の要因となったと推定される。	
	⑥ 掘進後のボイドによる影響	裏込め注入に係る施工データに異常値は確認されず、余堀幅はわずか(8cm程度)であること等から、 陥没・空洞形成の要因である可能性は低い。	
	⑦ 空気の塊の上昇による影響	上昇する空気の圧力は体積膨張とともに減圧するため、土粒子に与える影響は小さいと考えられることから、 陥没・空洞形成の要因である可能性は低い。	
	⑧ トンネル掘削の振動による締固め・局所的な液状化による影響	トンネル施工に起因する振動エネルギーは地震動と比較して極めて小さく、液状化が発生したとは考えにくい。また、締固めへの影響は小さいものと考えられることから、 陥没・空洞形成の要因である可能性は低い。	
	⑨ シールド施工時の土砂噴発等による影響	土砂噴発やセグメントの損傷等はないことから、 陥没・空洞形成の要因ではない。	

東京外環(関越～東名)の陥没事象を受けた配慮事項の整理

3. 特殊な地山条件

陥没メカニズム④、⑤で示される特殊な地盤条件とは、以下に示す3点である

- 掘削断面は、**細粒分が少なく、均等係数が小さい**ため、自立性が乏しく、礫が卓越して介在することから、シールドトンネル施工における**掘削土の塑性流動性の確保に留意すべき地盤**であること。
- 掘削断面上部は、単一の砂層である**流動化しやすい層が地表面近くまで連続している地盤**であること。
- 表層部**は他の区間と比較して**薄い地盤**であること。



出典:「東京外環トンネル施工等検討委員会 有識者委員会 報告書」より抜粋

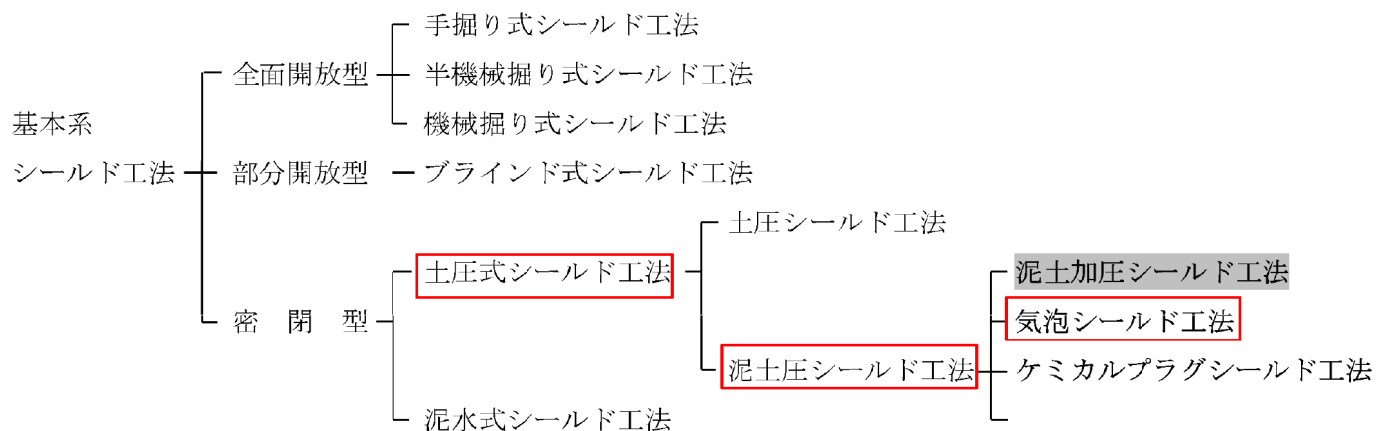
東京外環(関越～東名)の陥没事象を受けた配慮事項の整理

3. シールド工法の特徴

・シールド工法の種類

陥没事象の一因となった塑性流動性の確保は、シールド工法の内、切羽土圧により切羽の安定を確保する工法、つまり土圧式シールドに必要とされる性質である。

土圧式シールドは、大きく土圧シールドと泥土圧シールドに分類され、泥土圧シールドの中に気泡シールドなどが分類される。



出典: 泥土加压シールド工法-技術資料- R2.8 シールド工法技術協会

東京外環(関越～東名)の陥没事象を受けた配慮事項の整理

3. シールド工法の特徴

・切羽の安定の確保

土圧式シールドの切羽の安定は、以下に示す3つの要素が大きく関係する。このうち、切羽圧を保持するために必要な要素が塑性流動性(流動化)、止水性(スクリーからの潰発防止)である。

【解説】 土圧式シールドの切羽の安定は、以下の3つの作用の総合的な効果によるものである。

- ① カッターチャンバー内の泥土圧により土圧および水圧に対抗する。
- ② スクリーコンベヤー等の排土機構により、掘進速度に応じた排土量を調節する。
- ③ 掘削土砂の流動性や止水性等を適正に保つため、必要により適切な添加材を選定し注入量を調整する。

砂質土や砂礫地盤においては、土の摩擦抵抗が大きく透水性も高いため、掘削土砂をチャンバー内に充満して流動性と止水性を確保することが困難となる。このような地盤に対応するために添加材を注入し、掘削土砂と添加材を攪拌混練してカッターチャンバー内の土砂の塑性流動化および不透水性を確保することで、切羽の安定を図るとともに排土も容易にする。

出典:トンネル標準示方書[シールド工法編]・同解説 H28.7 土木学会

・塑性流動性確保の条件

塑性流動性確保のためには、微細粒分(0.075mm以下)の含有率が30%程度必要とされる。

一方で粒度の悪い土(均等係数の小さい土)は細粒分含有率が高くても泥土かを妨げる。

つまり、細粒分の含有率と適度に粗粒分を含む粒度の良い土を含むことが塑性流動性確保のために重要な要素となる。

外環以北では、これらの条件が極端に悪い一部の地質が存在していたことが一因とされている。

泥土加圧シールド工法で掘削土砂を塑性流動性と不透水性を有する良好な泥土に変換する為に必要な最小量の微細粒子の含有量は過去の実績によれば掘削土量の30%程度必要である。

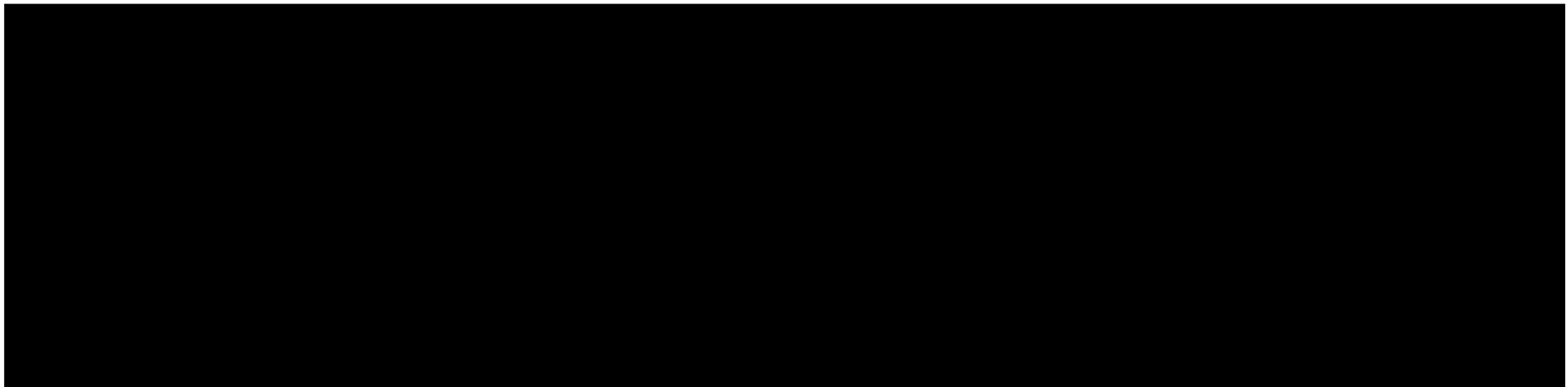
ところが均等係数が2～3と小さく細砂分の含有率が高い(粒径加積曲線がS字状に直立する)場合には、準泥土化粒径が多量にあっても、この粒径自体では泥土化する粒径ではないので、泥土化を妨げる働きをする。

すなわち、掘削土砂が練混ぜ翼で練り混ぜるだけで良好な泥土に変換するのは、地山中に微細粒子を30%程度含有し、かつ、「粒度の良い」土であると言える。

出典:泥土加圧シールド工法-技術資料- R2.8 シールド工法技術協会

東京外環(関越～東名)の陥没事象を受けた配慮事項の整理

4. 特殊な地山条件に対する今後の配慮事項



4.3 關係機關協議資料作成

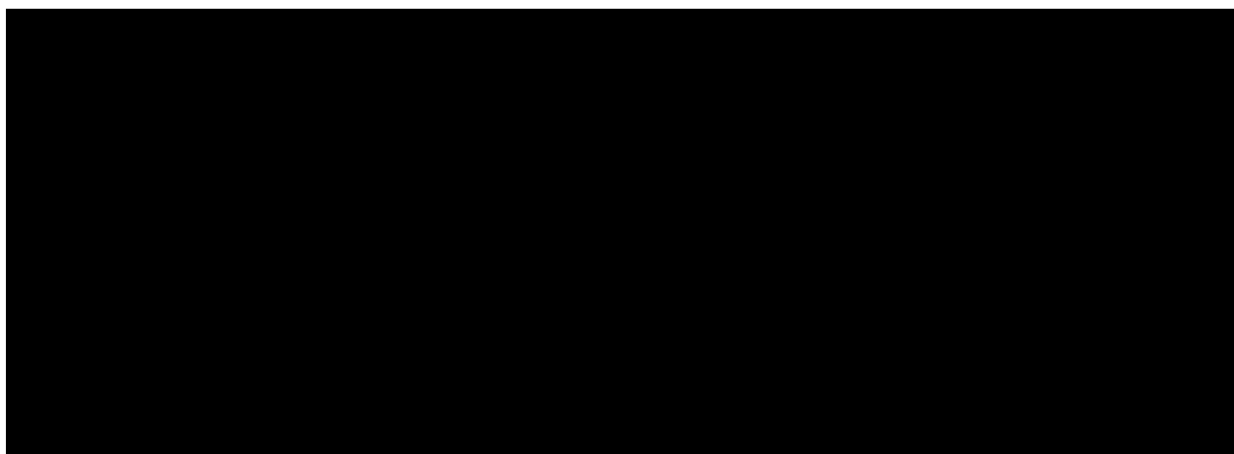


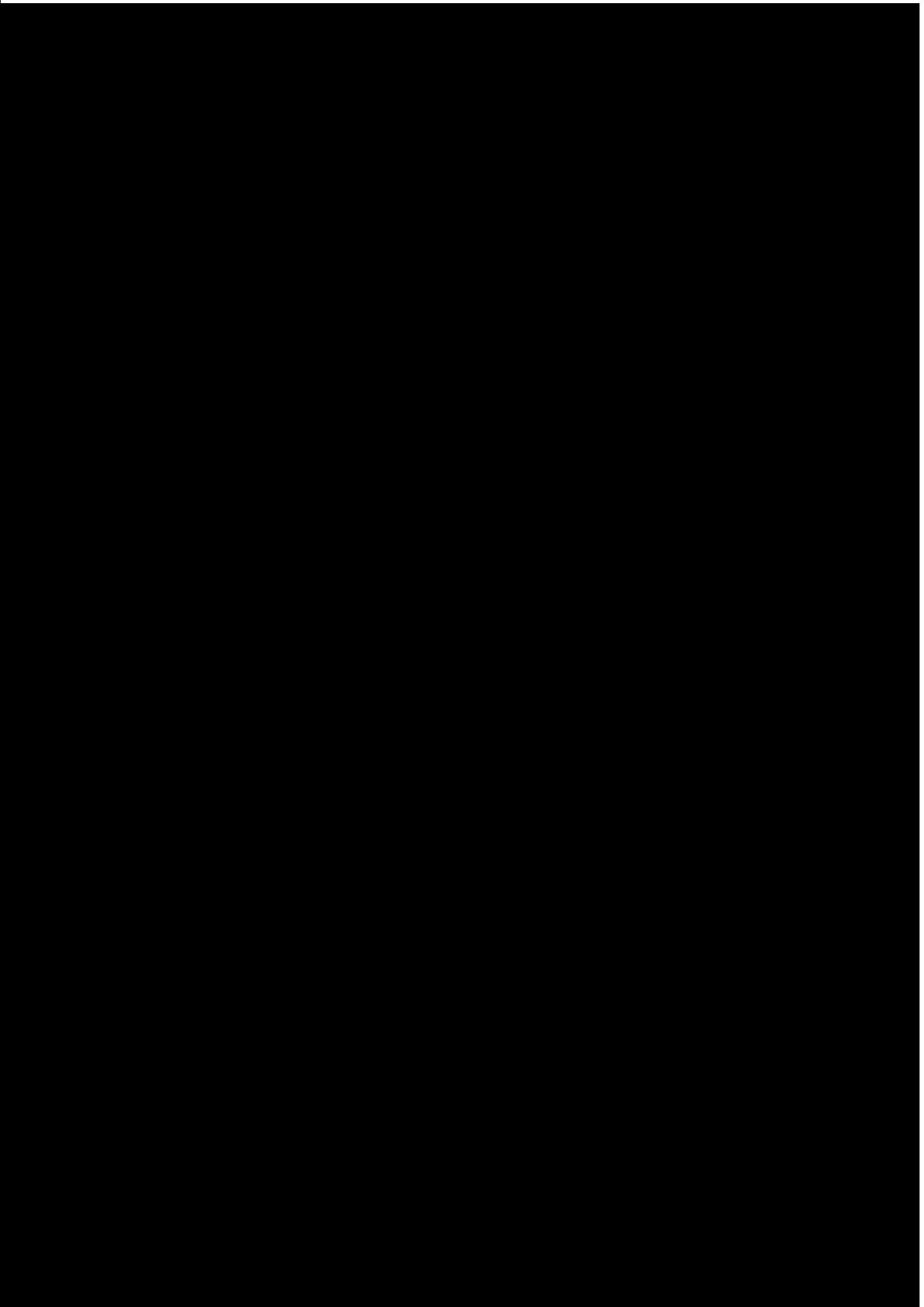
第2回 東京外かく環状道路(東名高速～湾岸道路) 道路構造等に関する打合せ

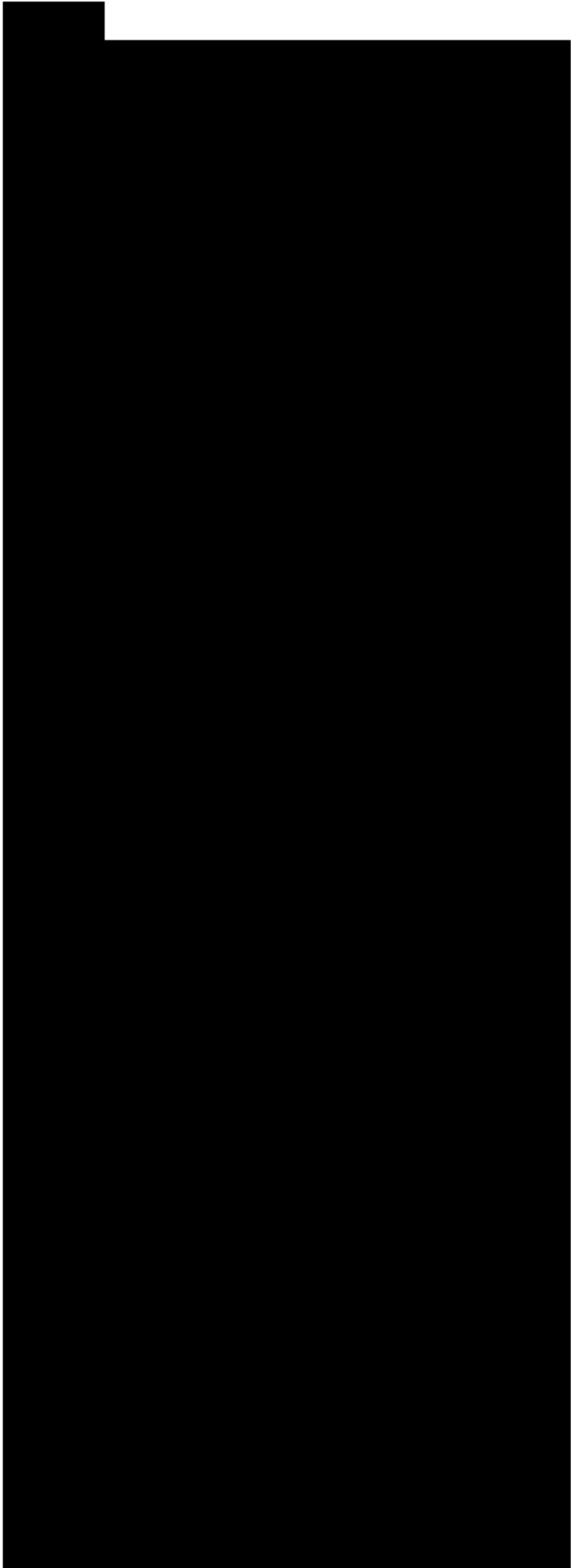
日 時：令和4年3月23日(金) 13時～

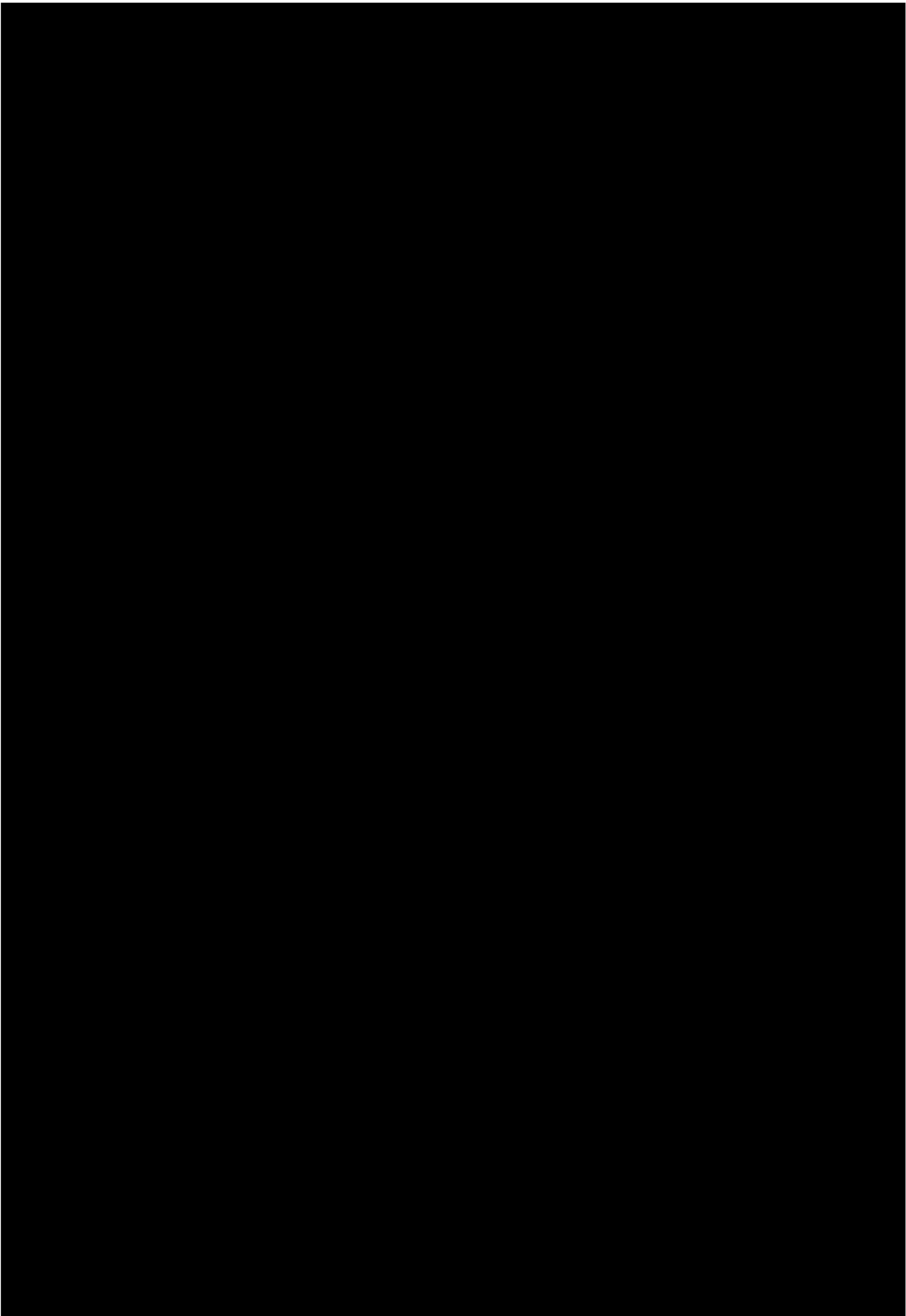
会議形式：Web 会議

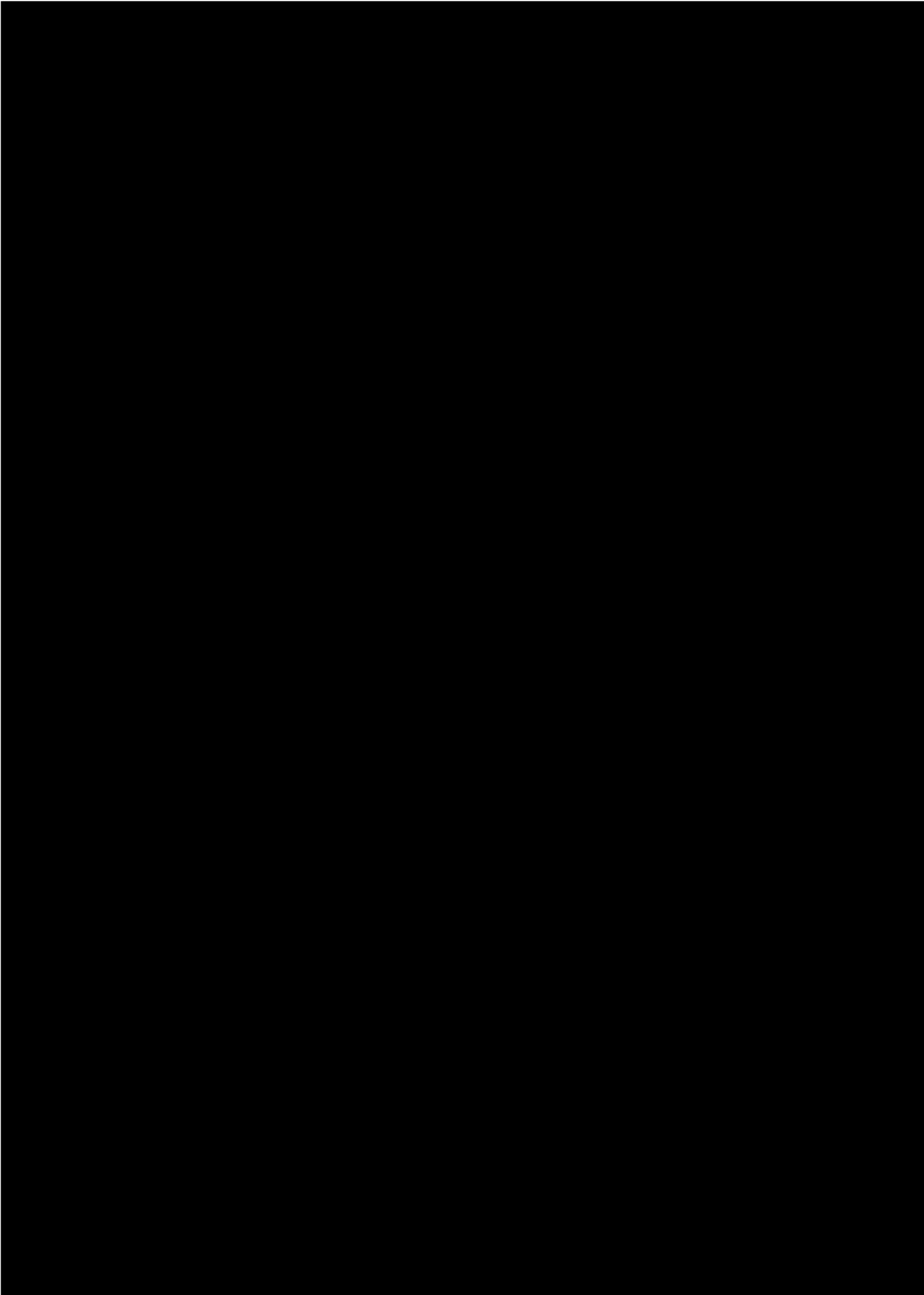
議事次第

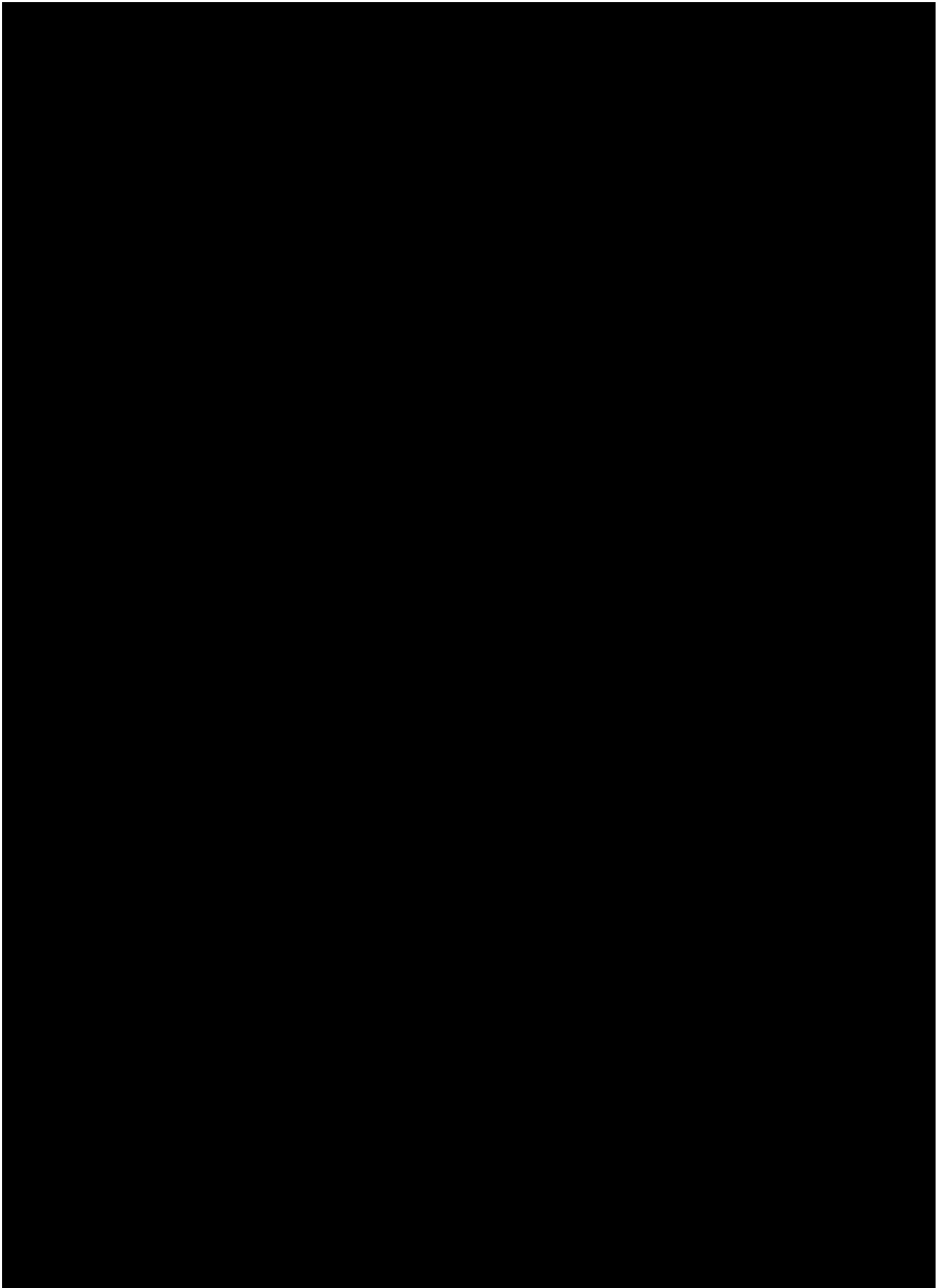


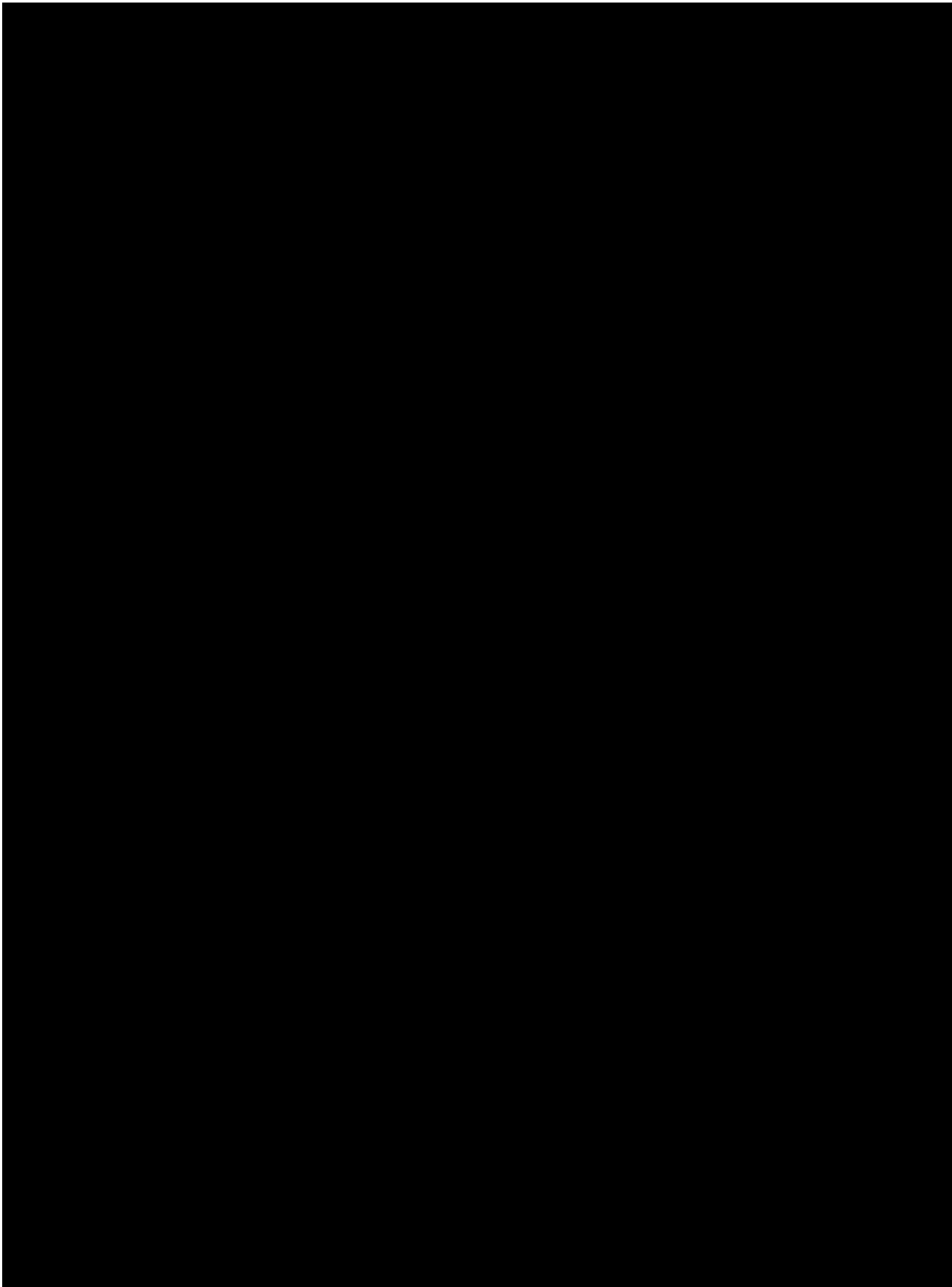


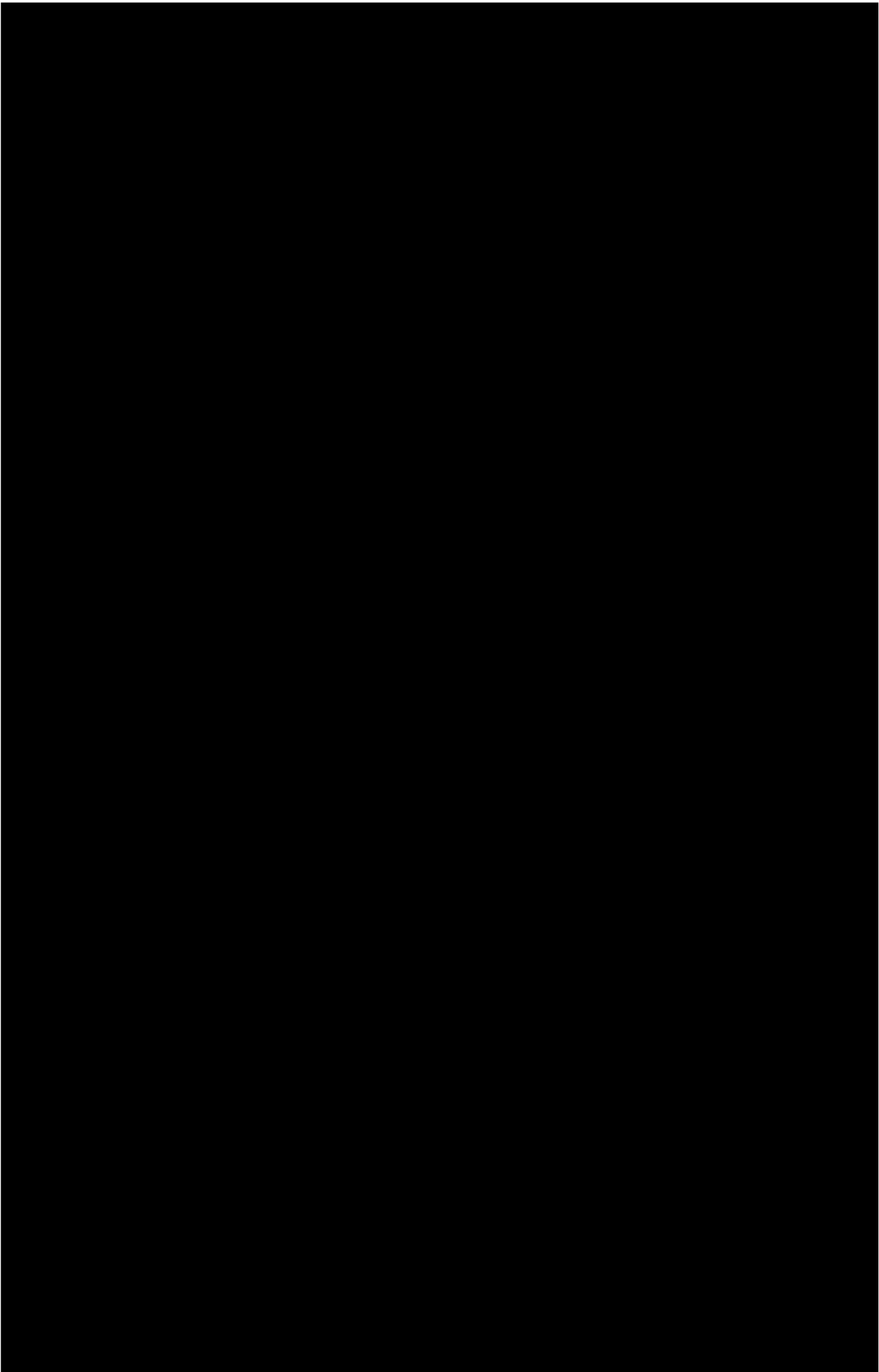


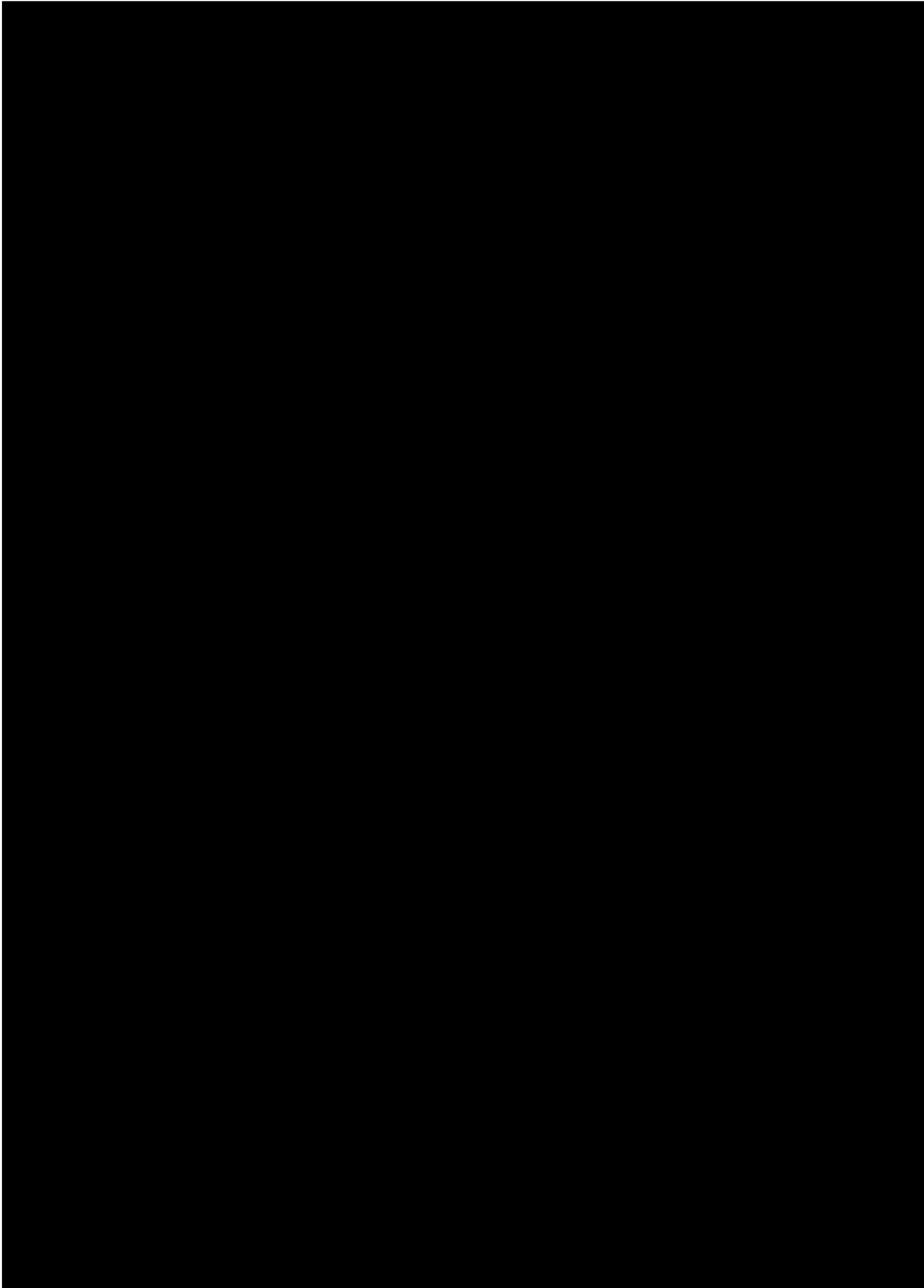


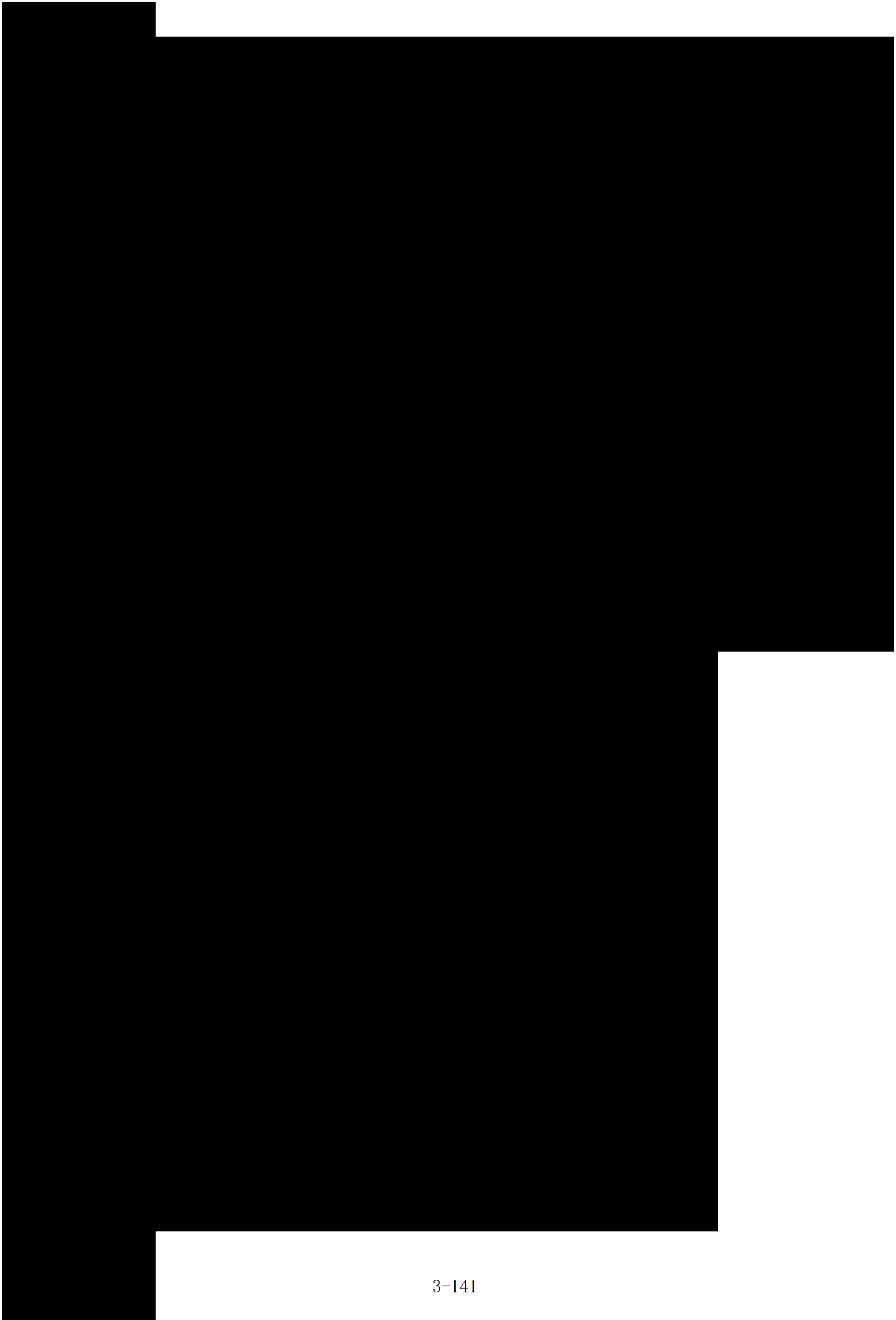


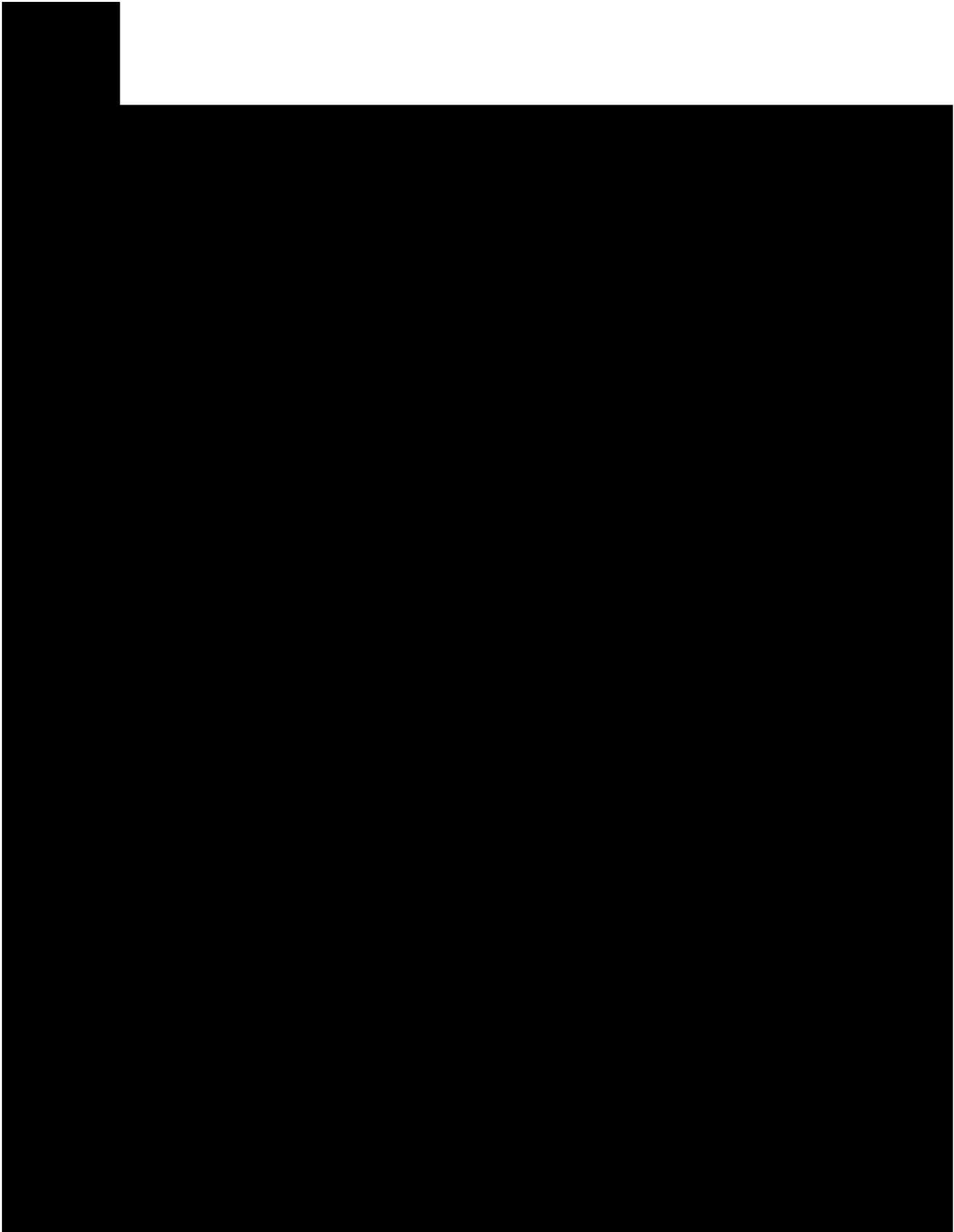


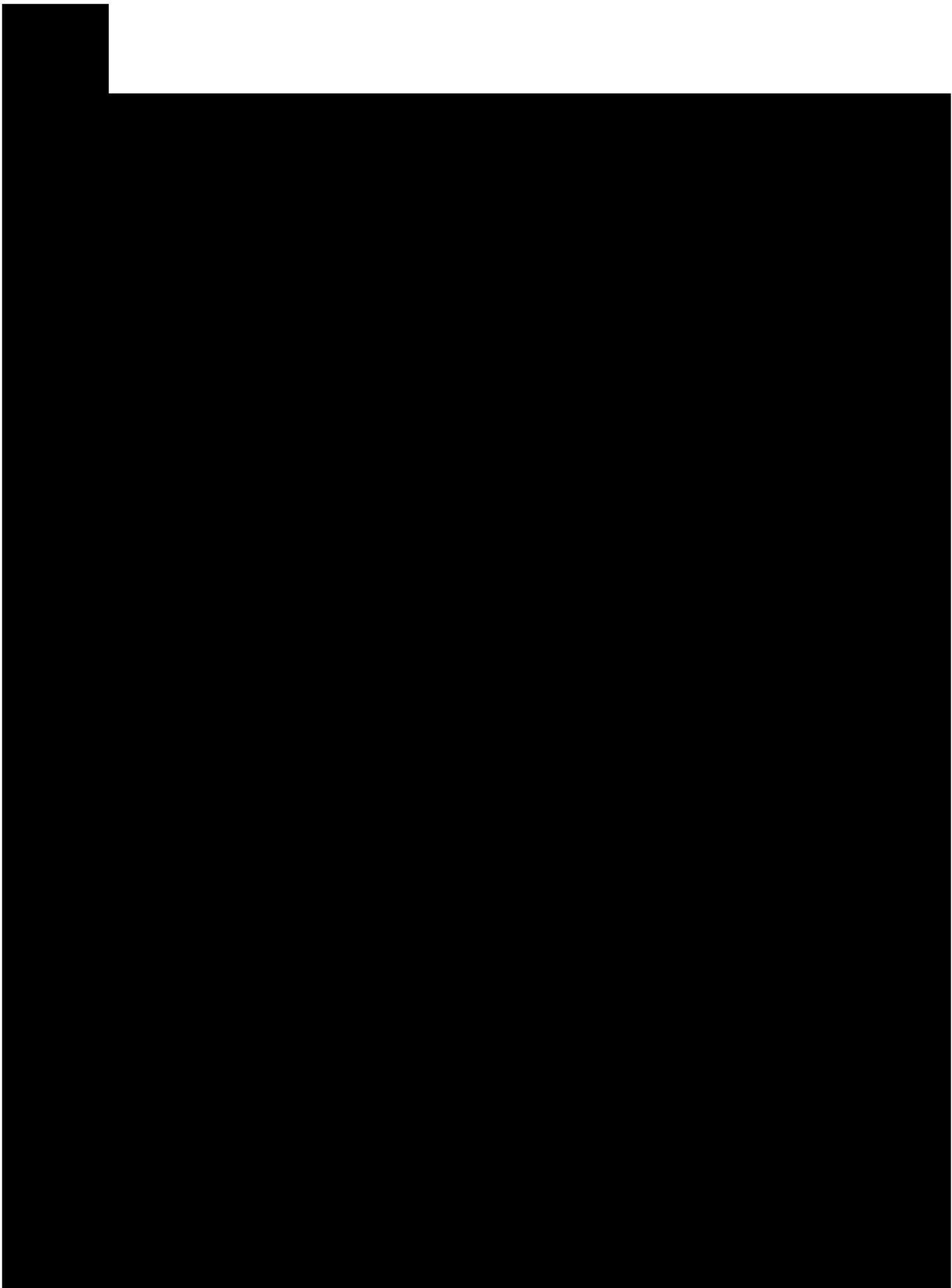


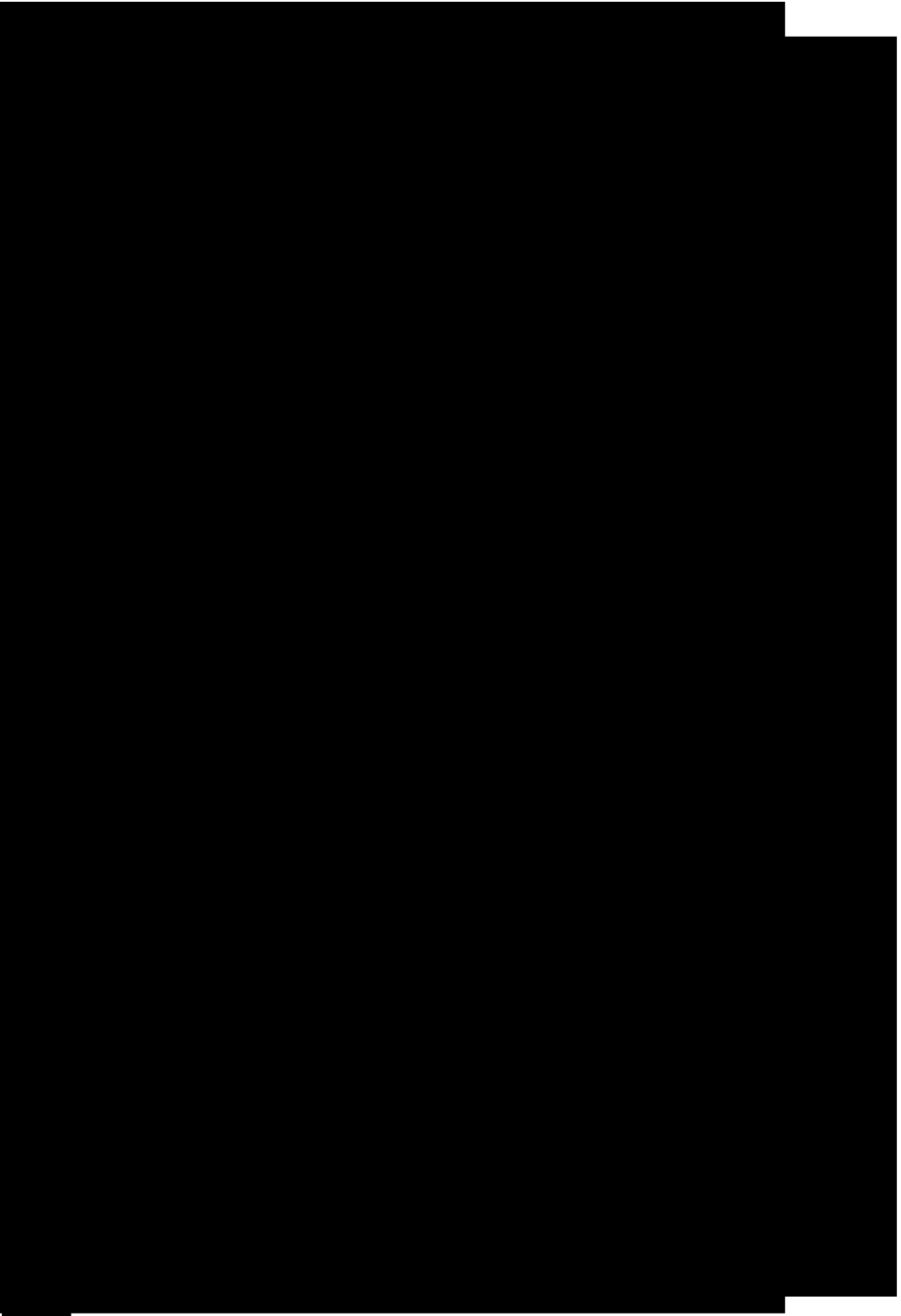


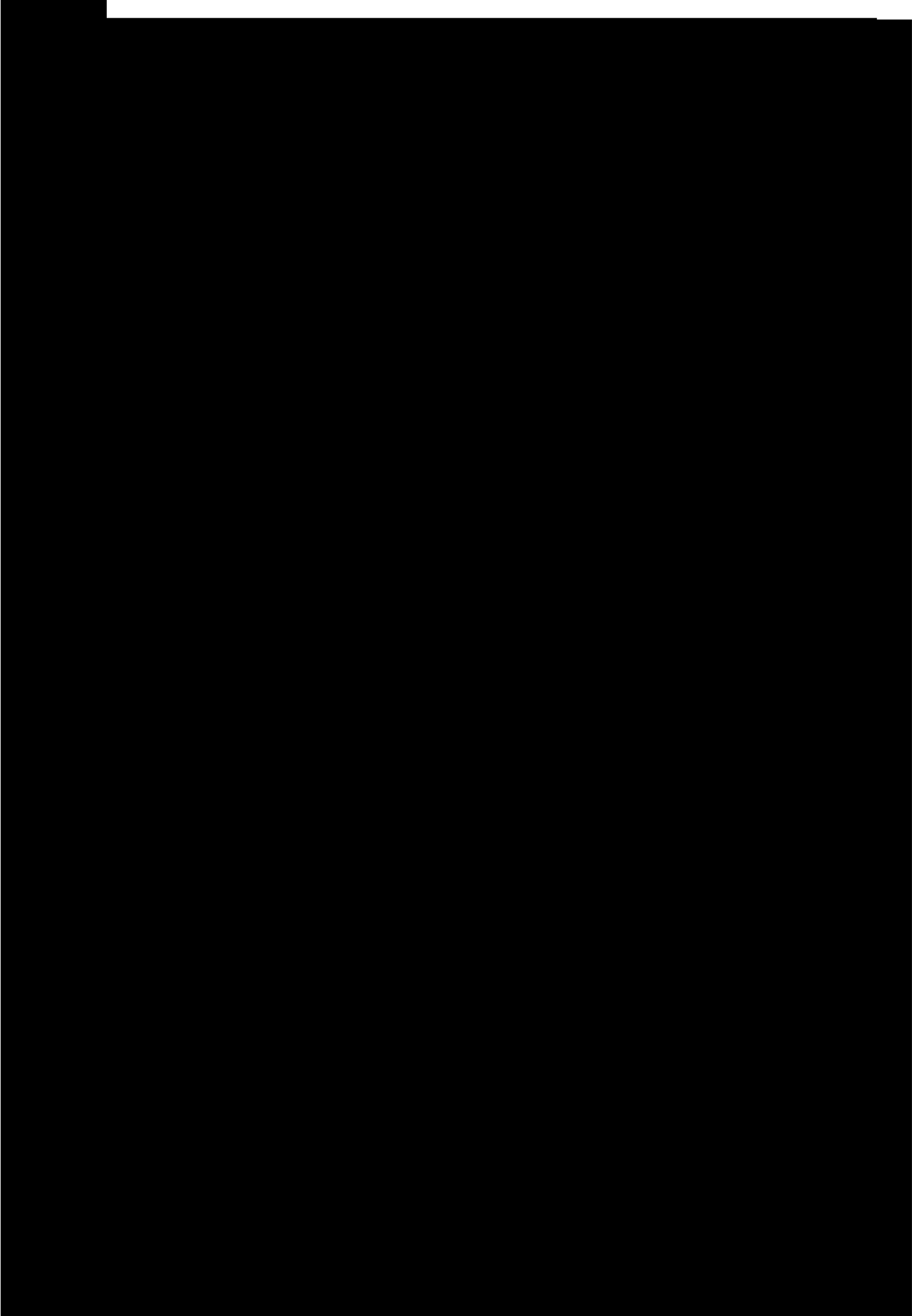


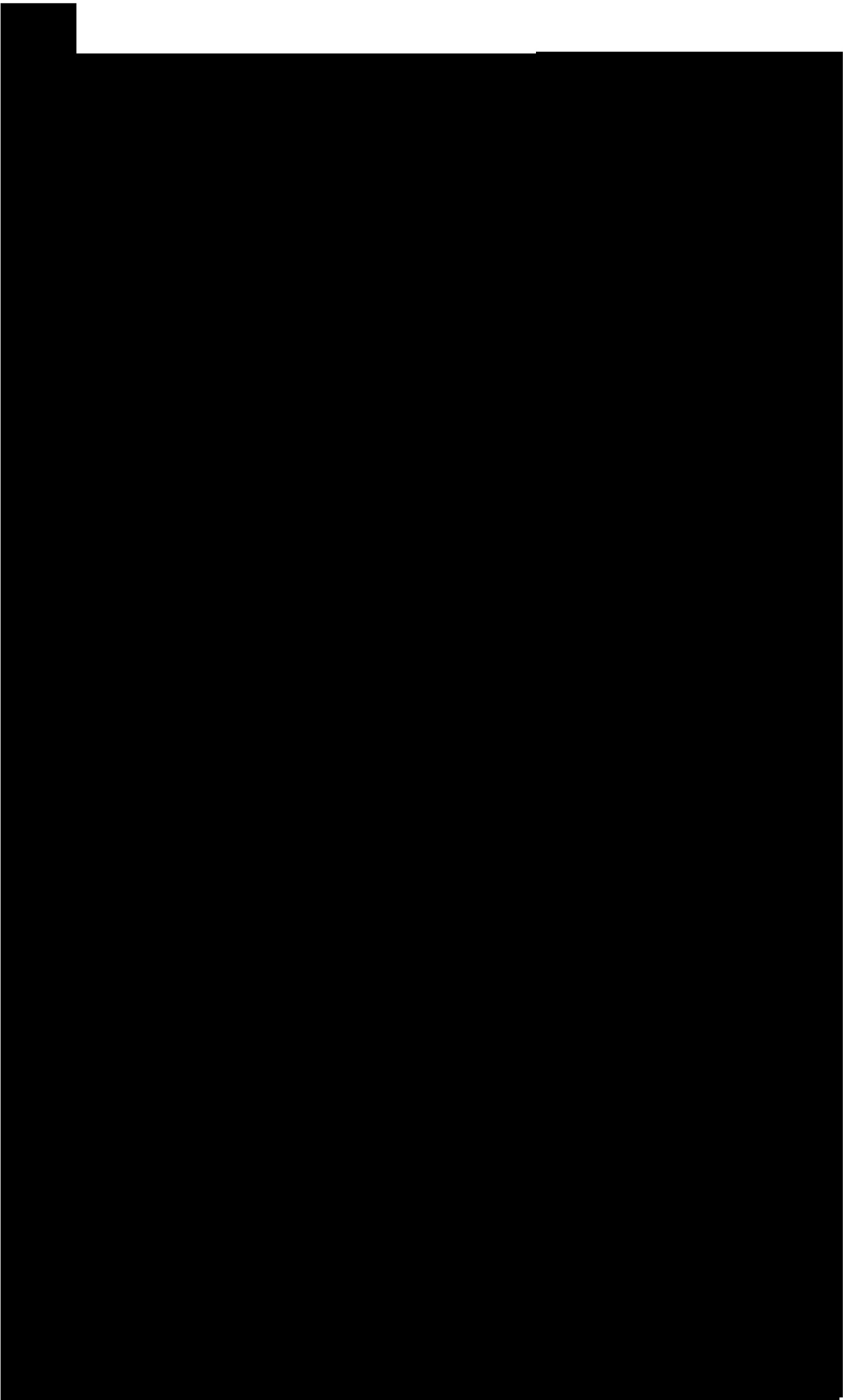


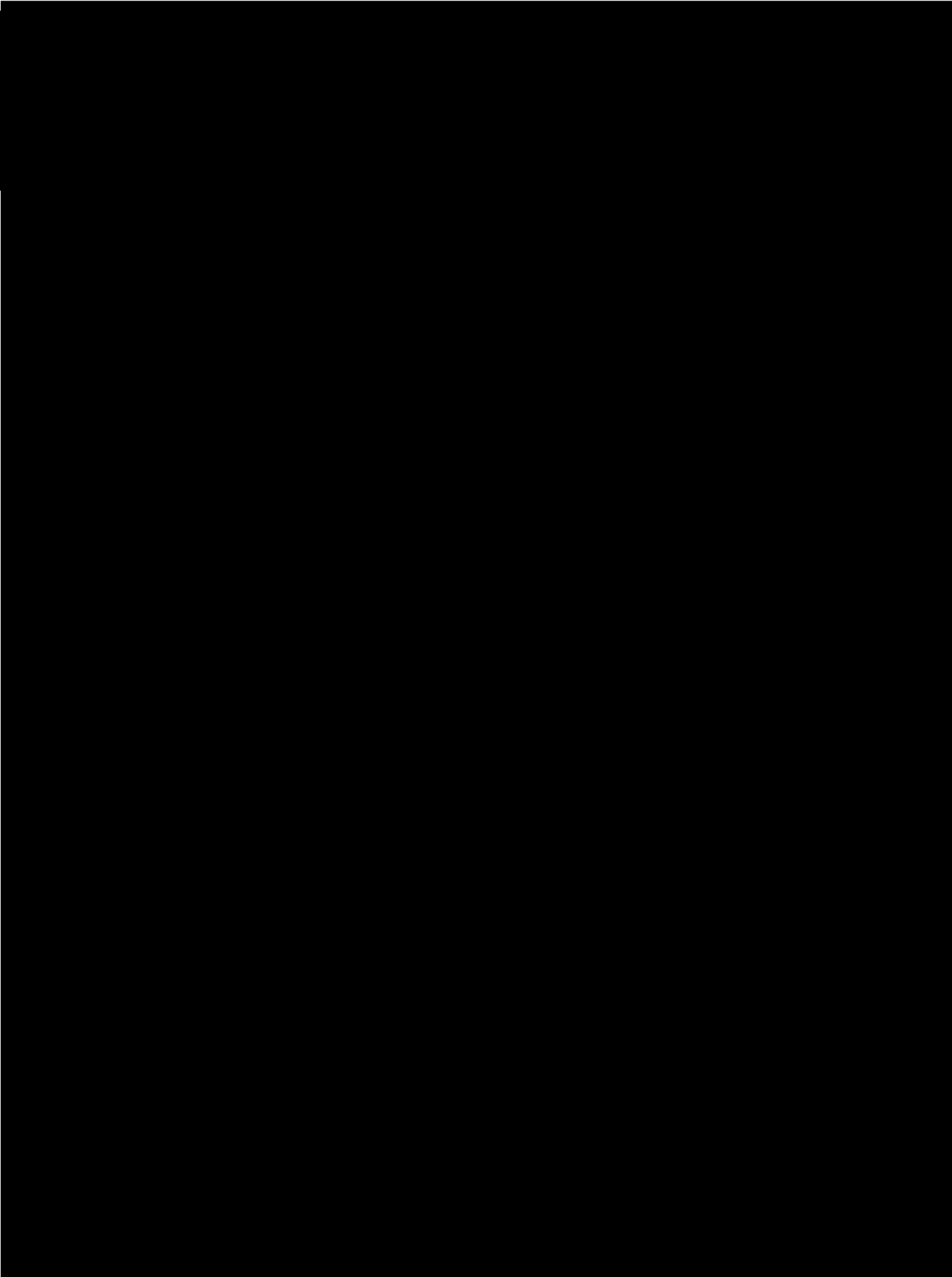


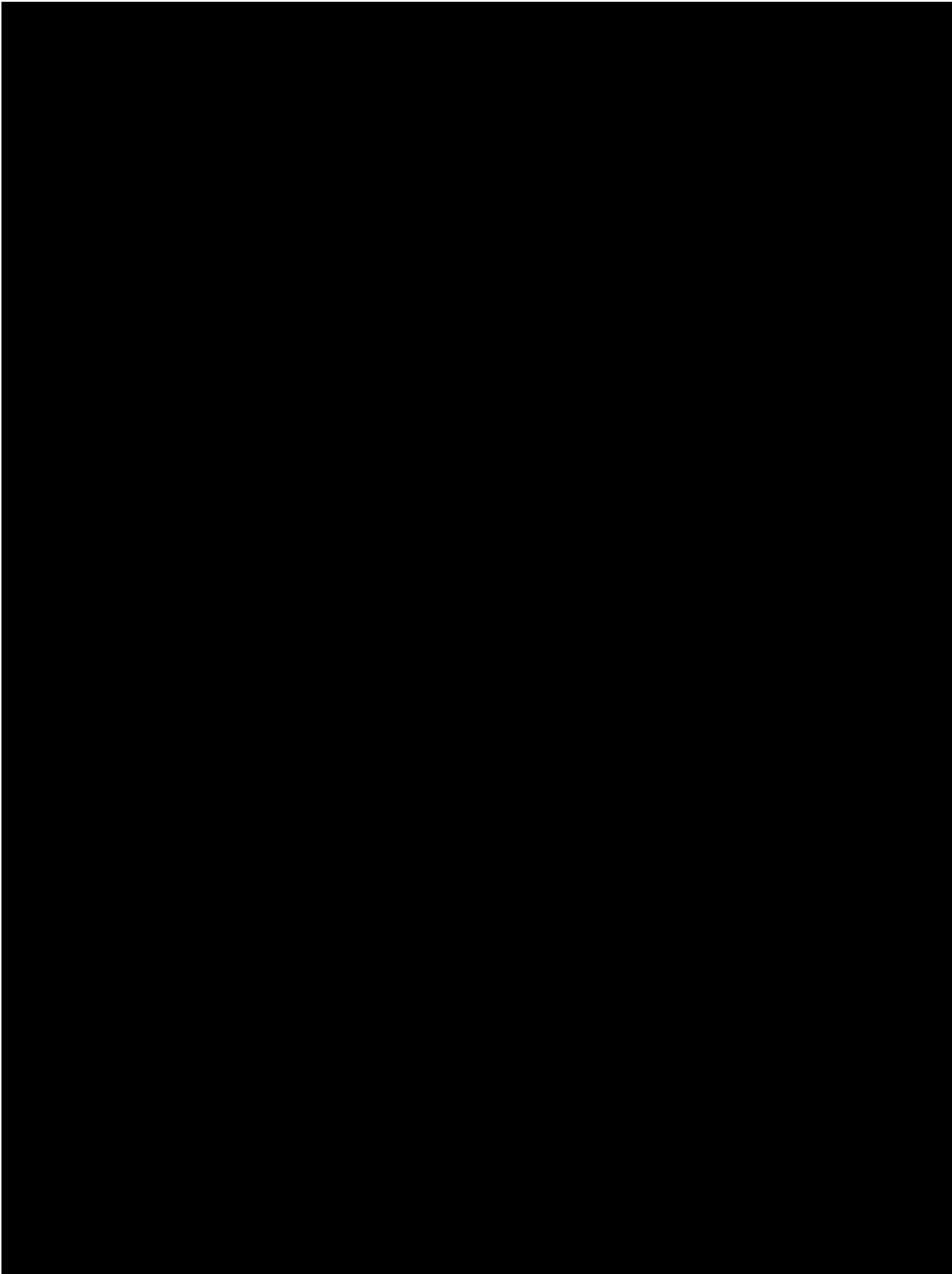


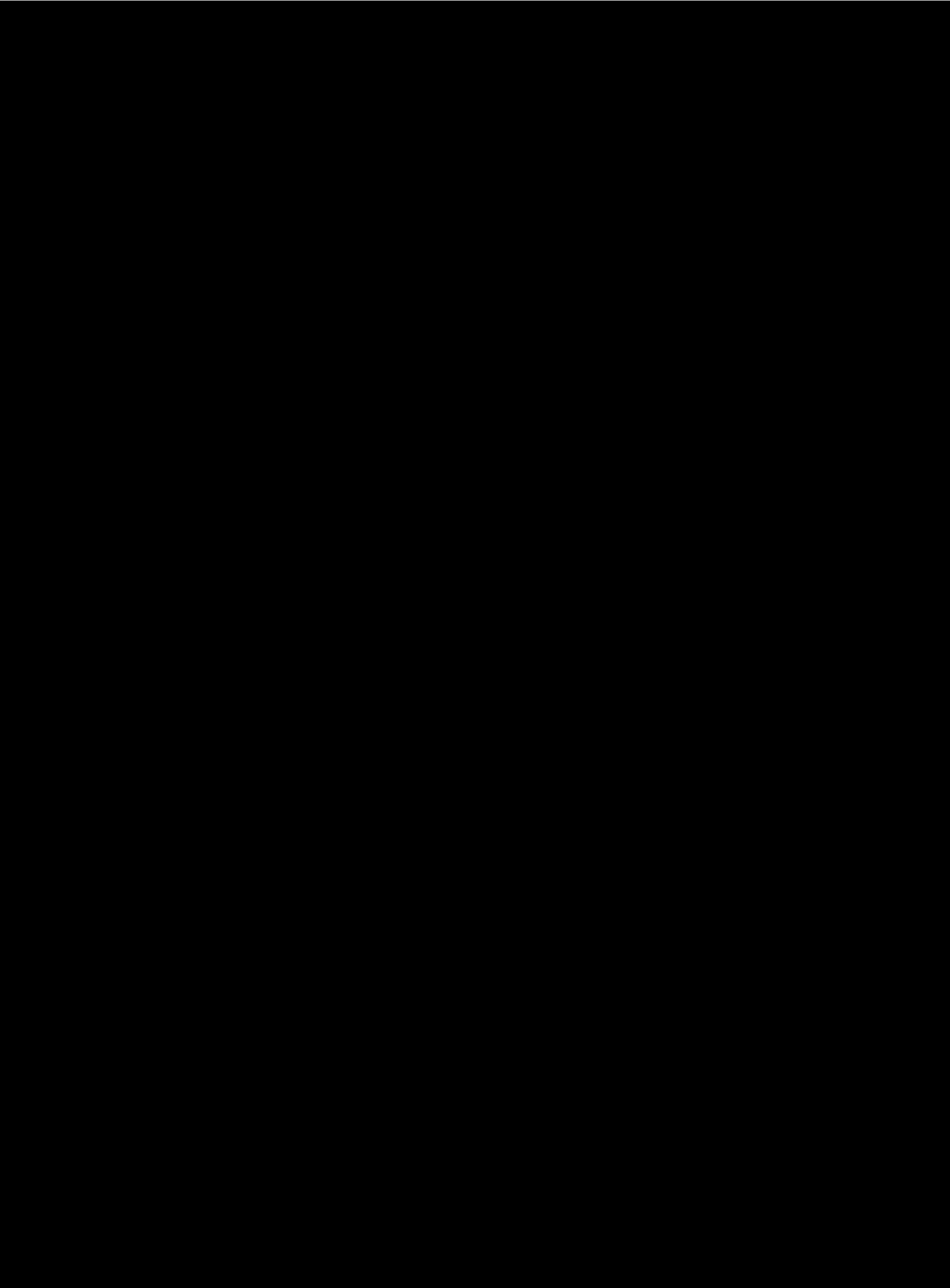


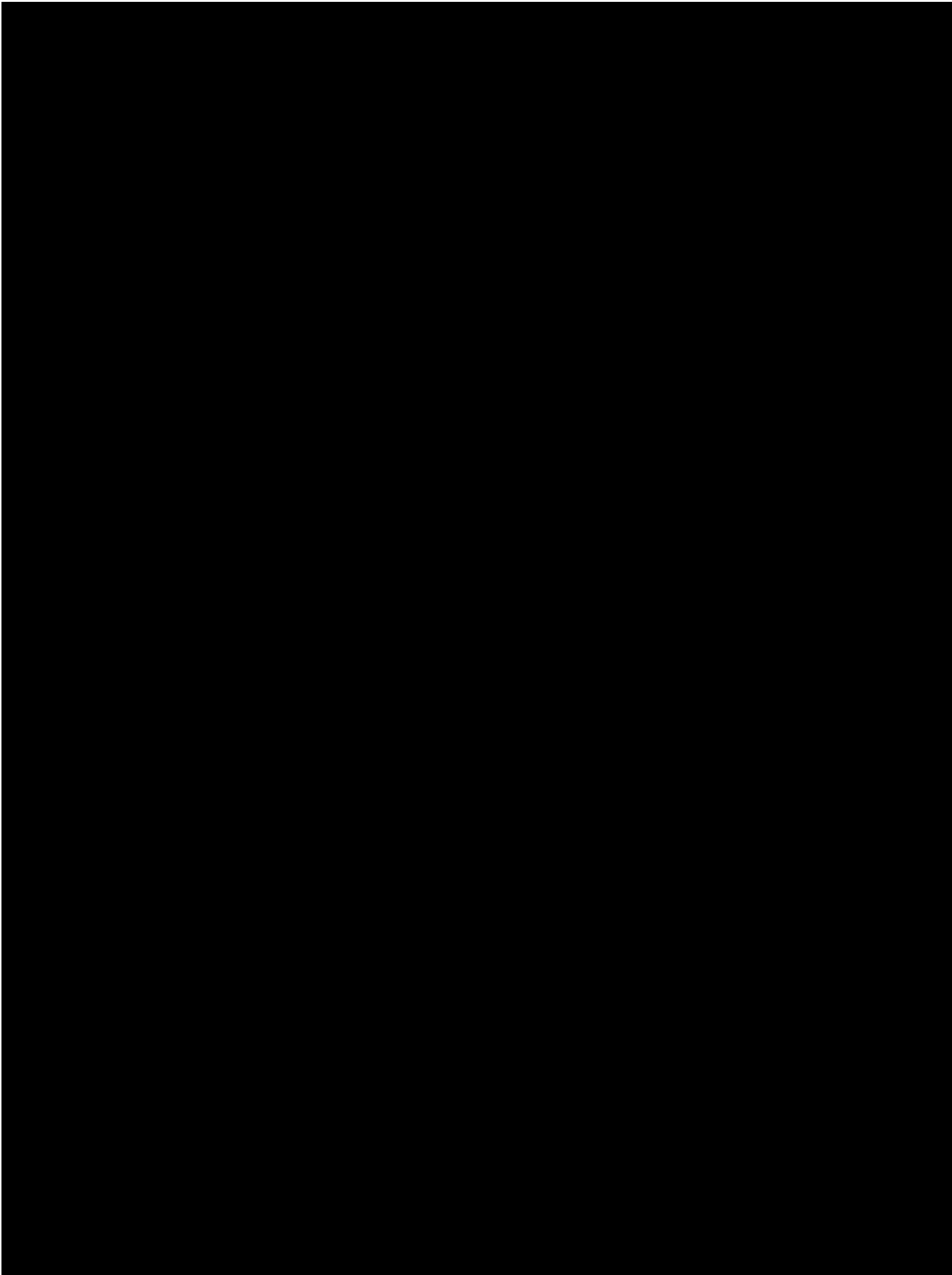


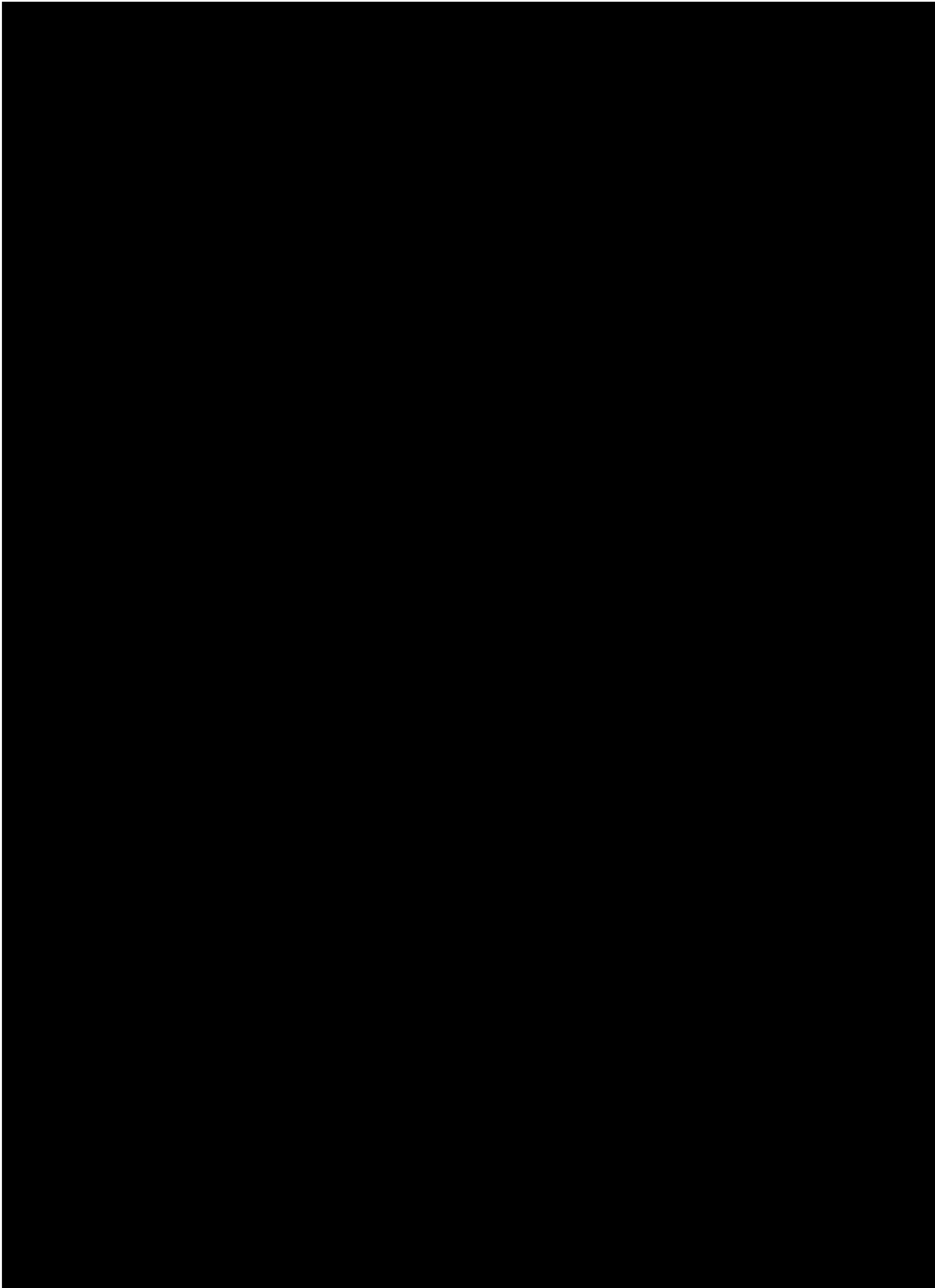


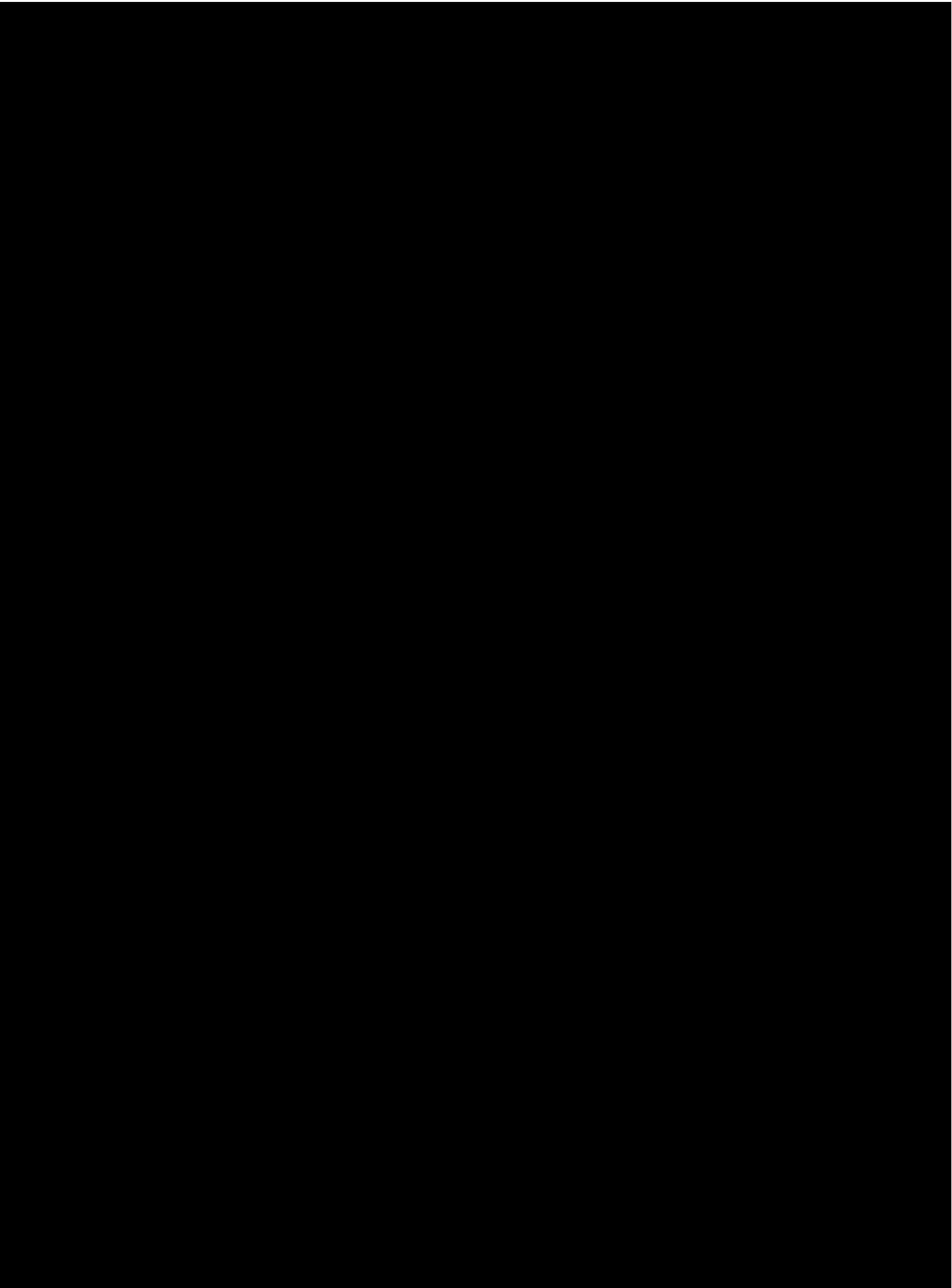


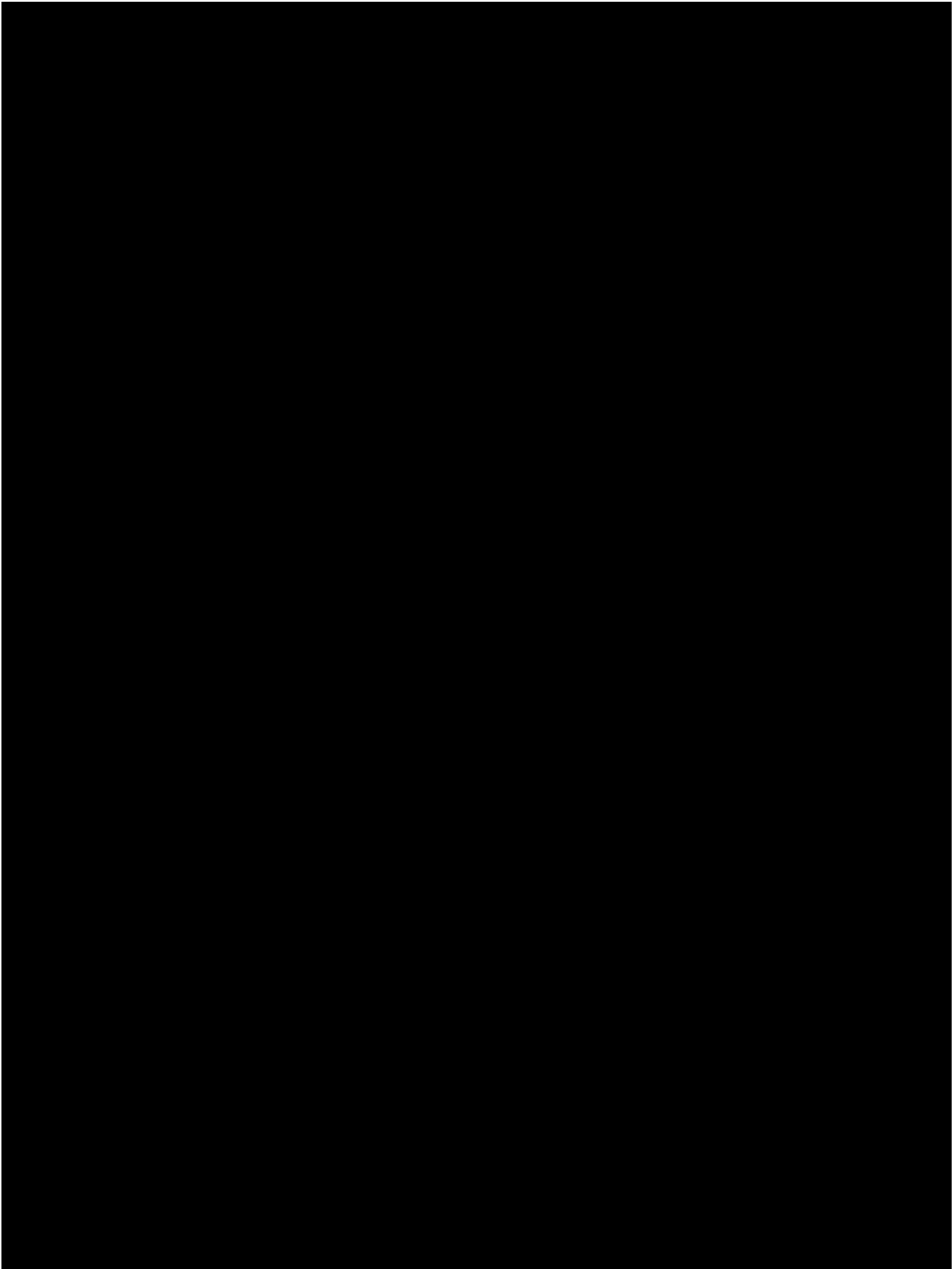


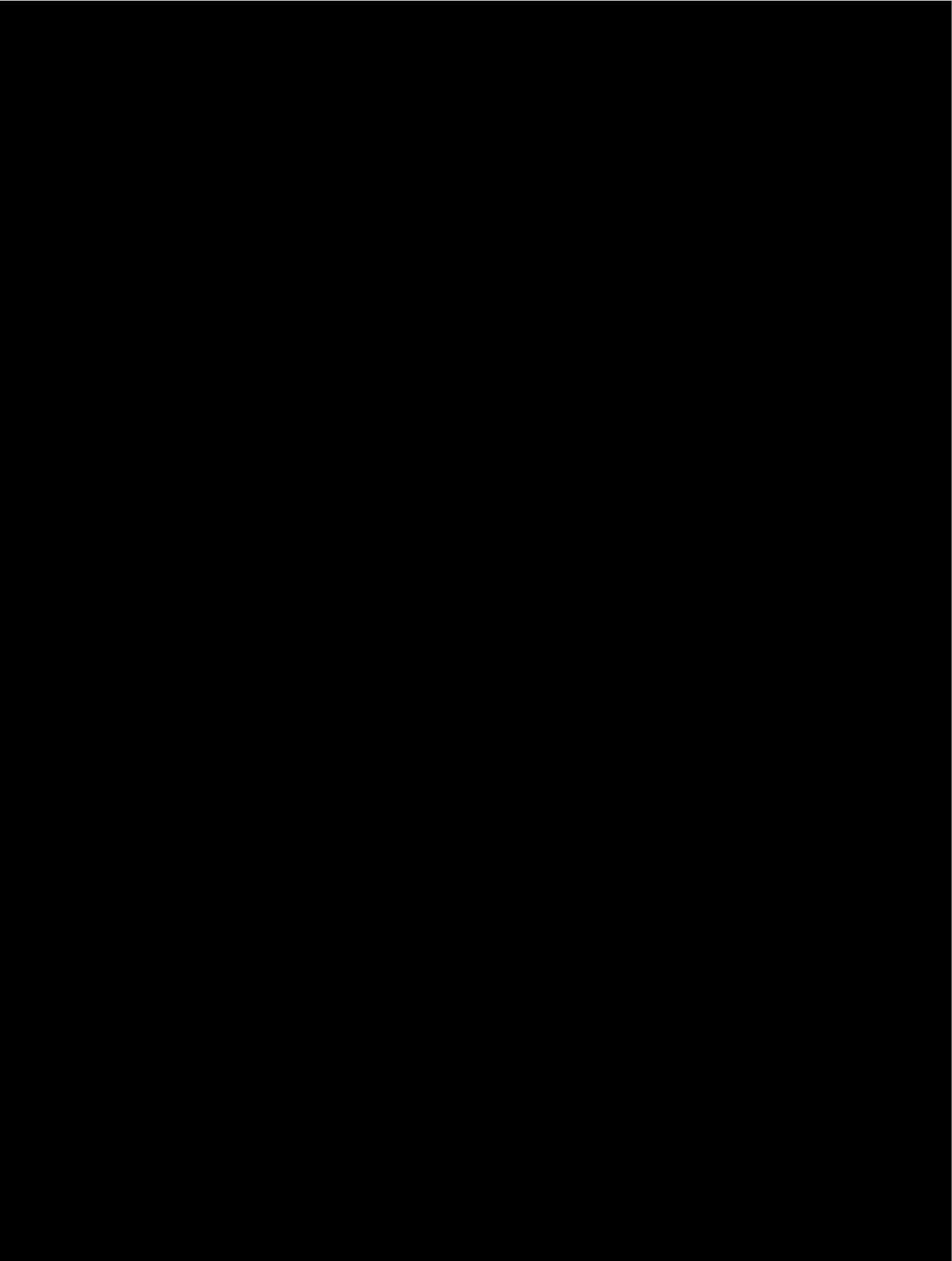


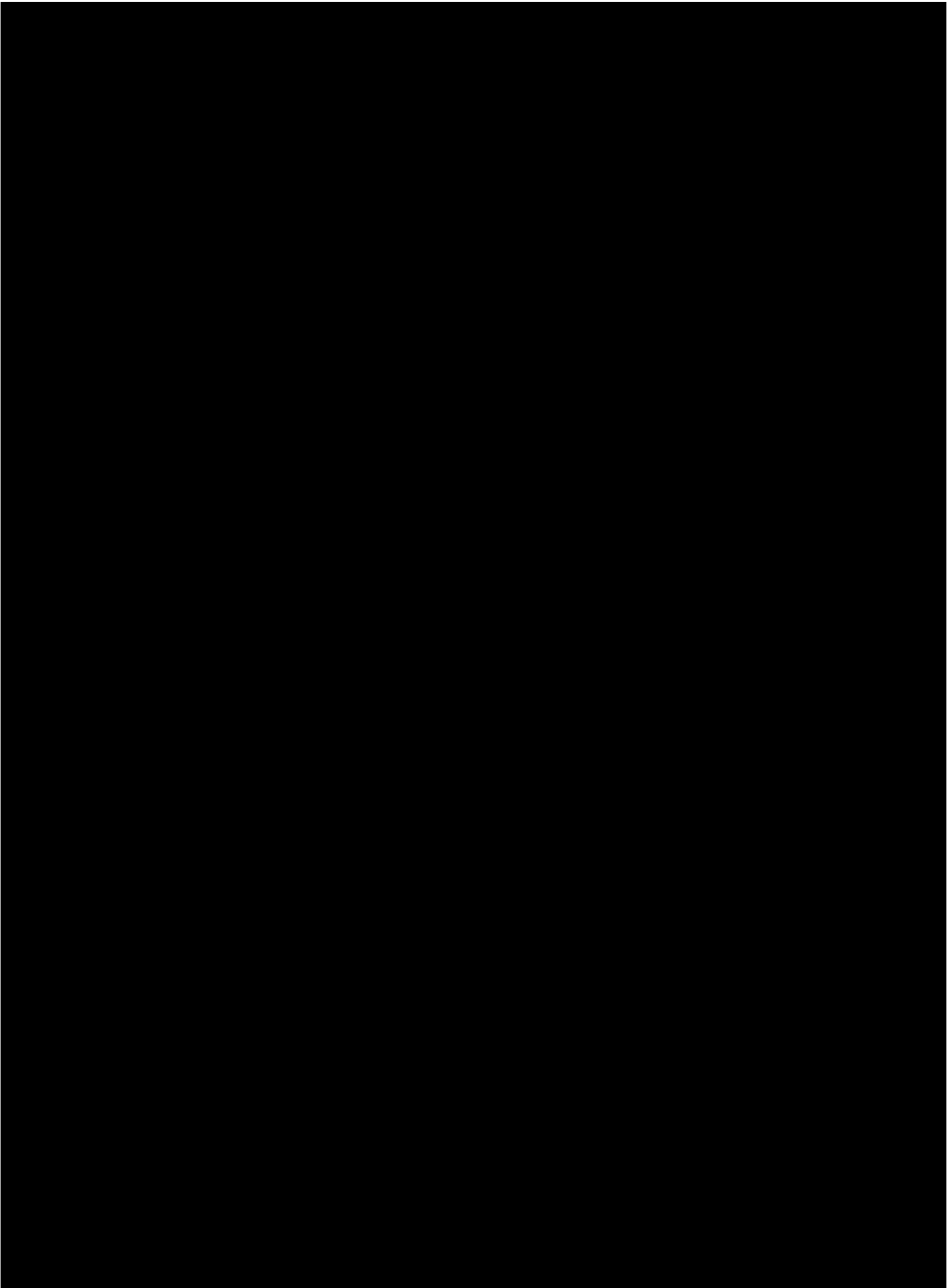


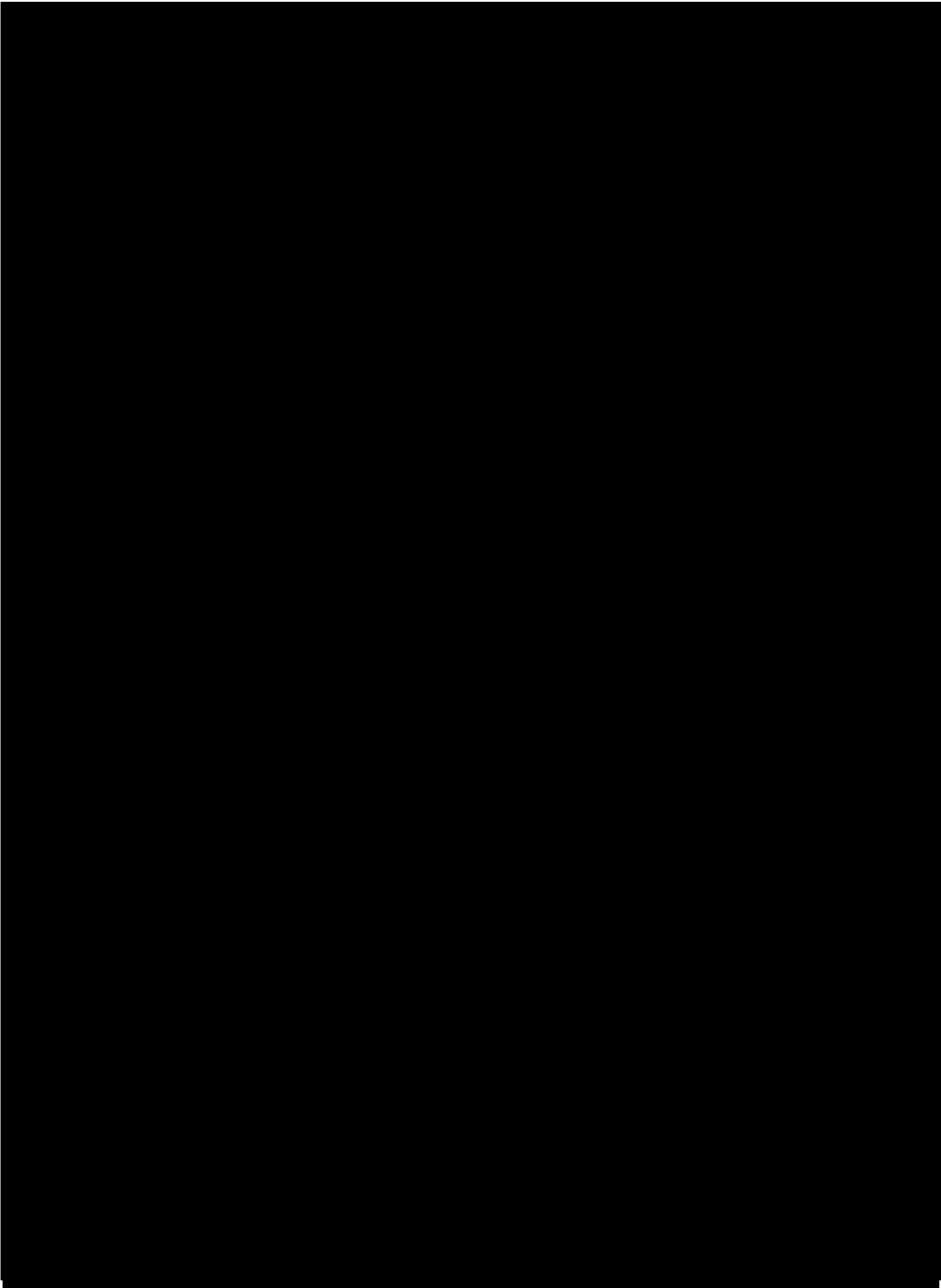


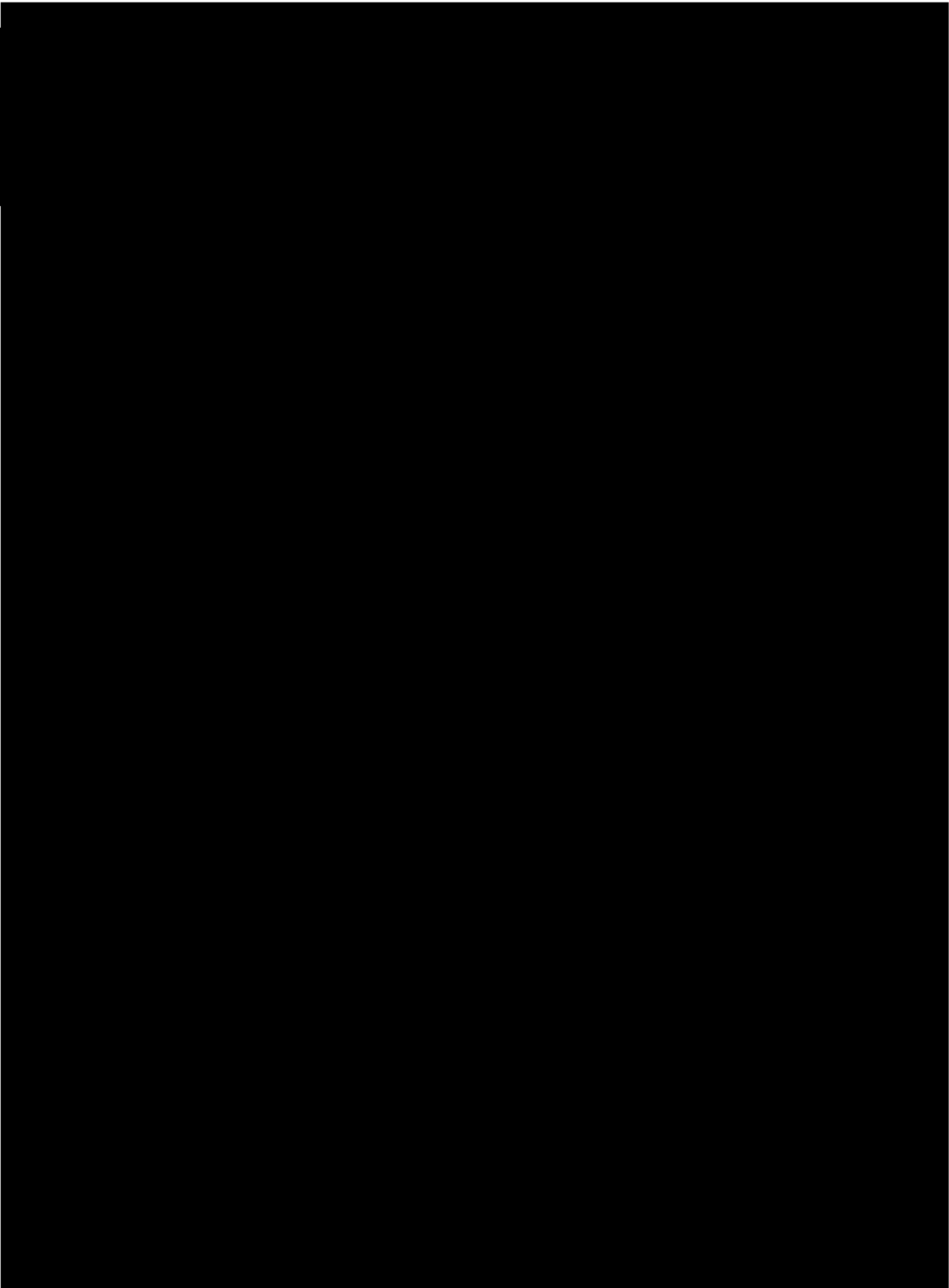


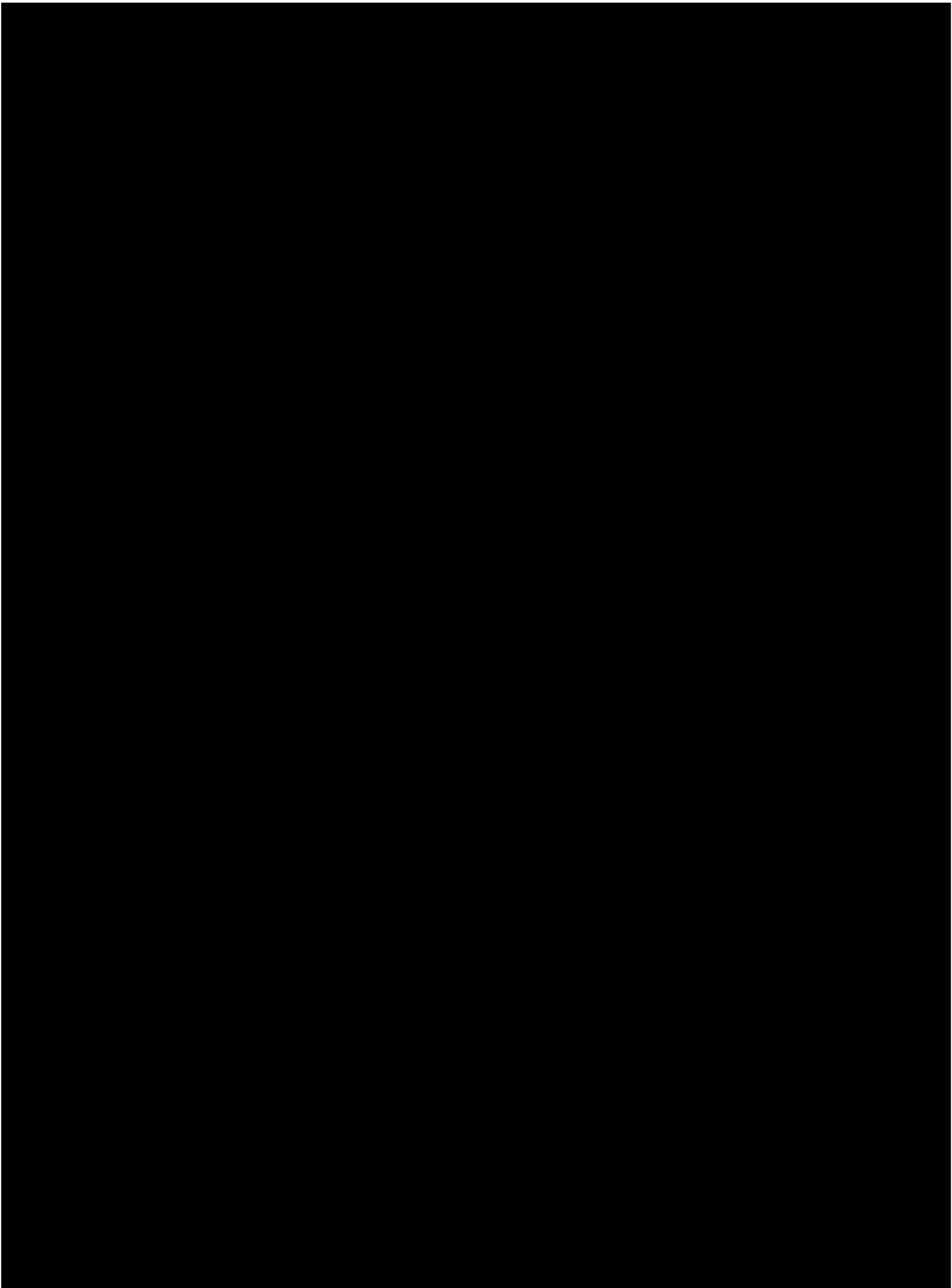


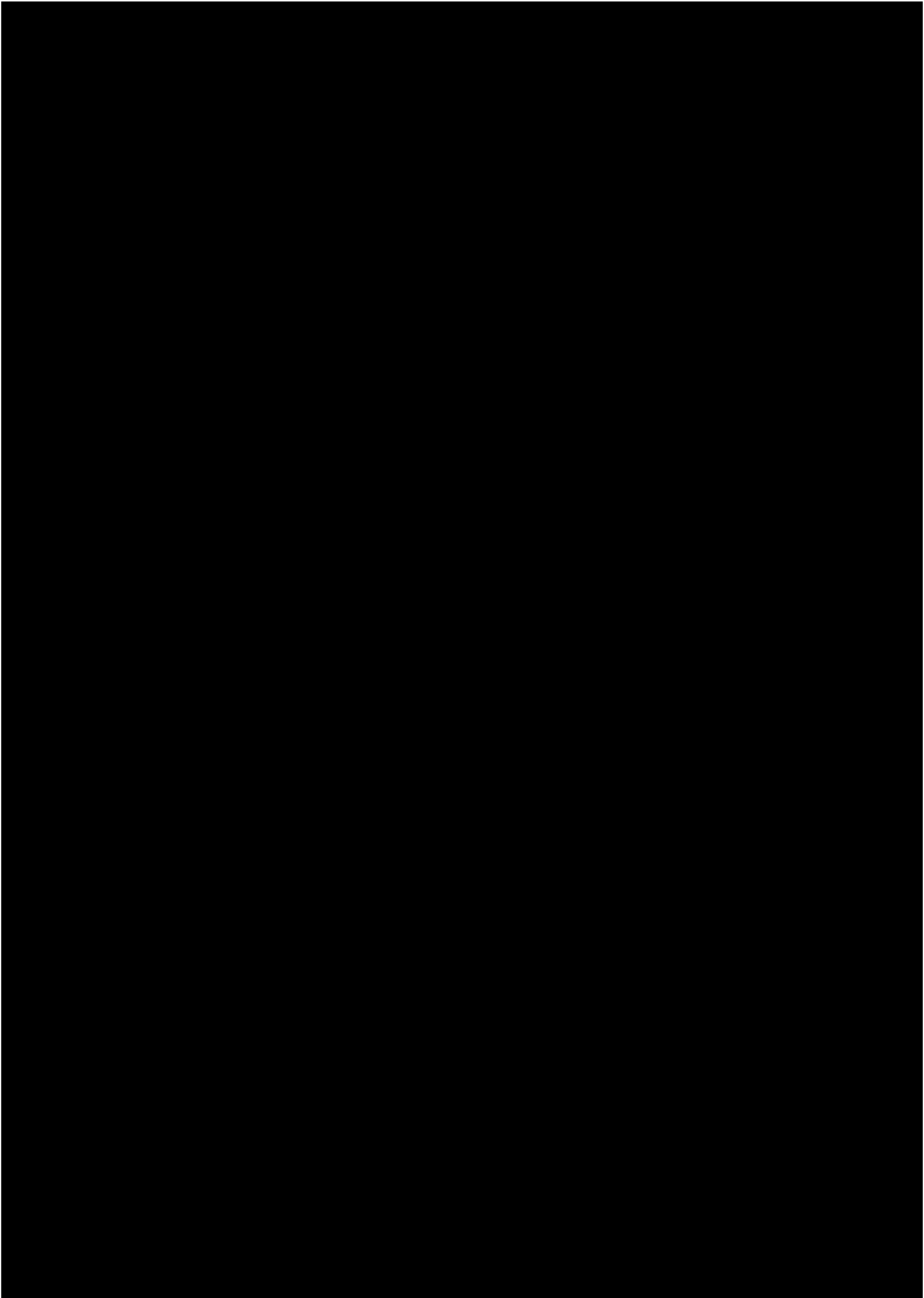












東京外かく環状道路(東名高速～湾岸道路)
道路構造等に関する打合せ

議事概要

日 時：令和2年5月22日(金) 14:00～16:00

場 所：TV会議

出席者：別紙のとおり

