

平成 28 年度

風力発電事業の環境影響評価図書作成
における適切な調査手法等に関する調
査等業務（フライウェイに関する調査
手法等の検討）

報 告 書

平成 28 年 8 月



Docon

株式会社ドーコン

目次

1. 調査の概要	1
1-1 業務の目的	1
1-2 業務の概要	1
1-3 業務位置	1
2. 業務の内容	3
2-1 業務項目	3
2-2 各調査項目の内容	4
2-2-1 現地調査	4
2-2-2 解析	4
2-2-3 取りまとめ	4
2-2-4 追加的業務	4
2-1 調査箇所	7
2-2 調査時期	8
3. 調査結果	10
3-1 目視調査結果	10
3-2 レーダー調査結果	17
3-2-1 水平方向回転	17
3-2-2 垂直方向回転	36
3-3 IC レコーダー調査結果	40
3-4 ガン類のフライウェイに関する総合考察	41
3-4-1 飛翔ルート	41
3-4-2 飛翔高度	41
4. 対象種の高利用頻度地域の抽出	43
5. 船舶レーダーによる調査の有用性及び課題	45
6. 風力発電事業の環境影響評価手続きにおけるレーダー調査の適用性の評価	46
6-1 環境影響評価手続きの各段階における収集すべき情報及び調査手法の整理	46
6-2 環境影響評価手続きの各段階におけるレーダー調査の適用性の評価	49
7. 今後の調査提案	50

1. 調査の概要

1-1 業務の目的

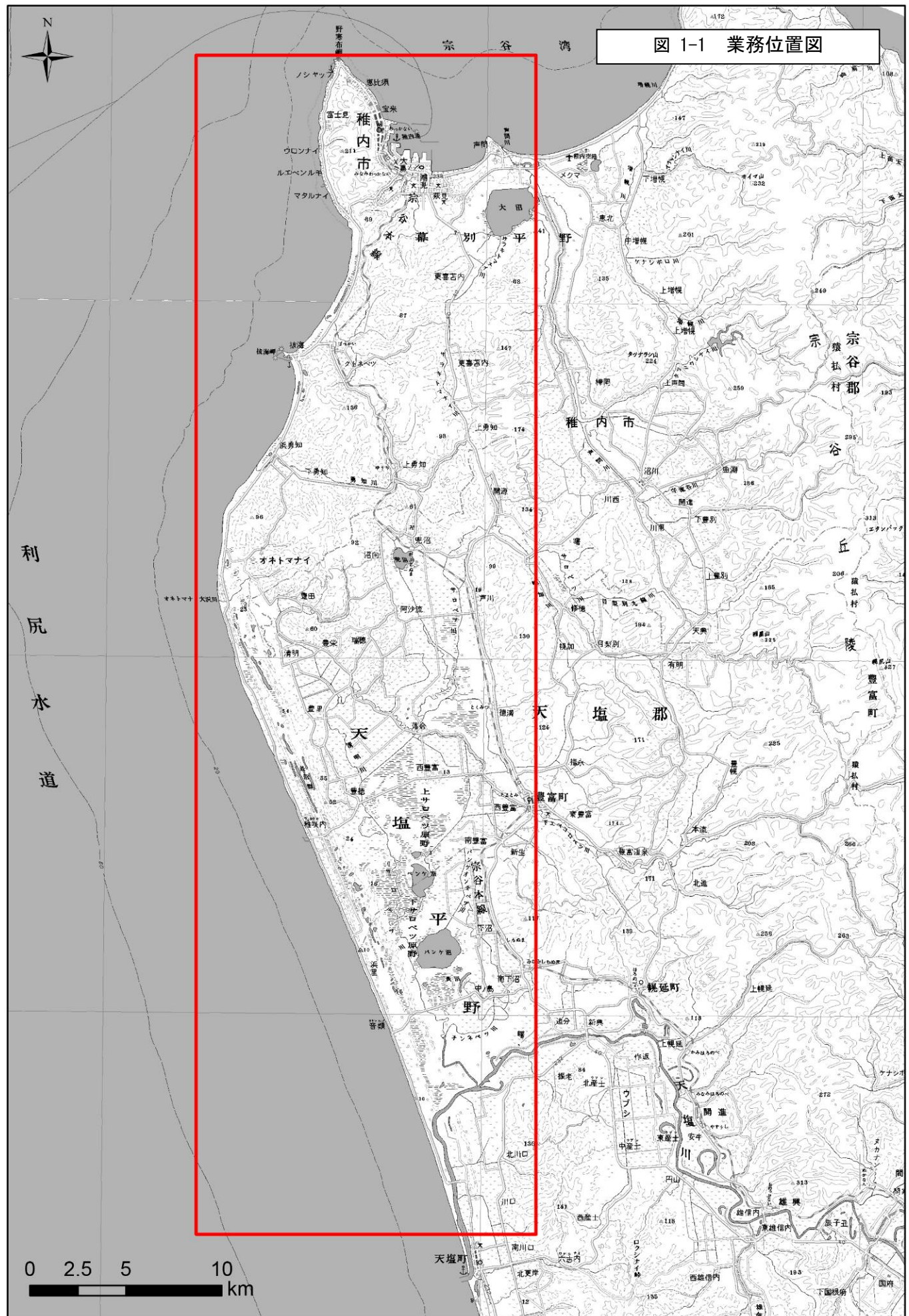
本業務は、風力発電事業の特殊性を鑑み、バードストライク、特に国際的にも影響のある渡り鳥に関する適正な調査手法の検討のため、具体的なケーススタディとして渡り鳥の「北の玄関口」と称されるサロベツ原野での現地調査を行い、調査手法等に関する情報収集及び検討等を行うことで、手続きの迅速化及び適正な調査手法確立に必要な事項の検討を行うための基礎情報を得ることを目的とした。

1-2 業務の概要

- (1) 業 務 名 : 平成 28 年度風力発電事業の環境影響評価図書作成における適切な調査手法等に関する調査等業務(フライウェイに関する調査手法等の検討)
- (2) 業務箇所 : 北海道稚内市、豊富町、幌延町、天塩町
- (3) 工 期 : 平成 28 年 4 月 1 日～平成 28 年 8 月 10 日
- (4) 発 注 者 : 環境省 北海道地方環境事務所 環境対策課
- (5) 受 注 者 : 株式会社ドーコン
- (6) 担 当 者 : 業務責任者 辰巳 健一
照査技術者 竹野 泰典
担当技術者 木村 明彦
〃 中村 裕
〃 櫻井 善文
〃 山口 珠輝
〃 鈴木祐太郎
〃 牧口 陽介

1-3 業務位置

業務位置は、図 1-1 に示すとおりである。



2. 業務の内容

2-1 業務項目

本業務の実施内容は、表 2-1 に示すとおりである。

表 2-1 業務項目一覧

項 目	単位	数量	摘要・備考
(1) 現地調査	式	1	<ul style="list-style-type: none"> 対象地域を重要な渡りの中継地とするオオヒシクイとマガンを対象種に選定した。 春の渡りで飛来数が増加する4月上旬から中旬に実施した。 船舶レーダーにより対象種の飛翔ルート及び飛翔高度等を把握した。 船舶レーダーによる調査に加え、種の同定及び個体数把握を目的とした移動観察等を併用した。
(2) 解析	式	1	<ul style="list-style-type: none"> 現地調査により得られたデータから画像解析を行い、飛翔ルート、飛翔高度について高利用域を把握した。 船舶レーダーによる連続時間データを活用し、時間帯ごとの飛翔特性について解析した。
(3) 取りまとめ	式	1	<ul style="list-style-type: none"> 現地調査により得られた情報はG I Sを活用して図表化し一元管理した。 周辺環境の情報も含めG I Sで解析し、春の渡りの飛翔ルート・飛翔高度を把握した。 調査範囲の現状における両種の風力発電施設への衝突リスクポテンシャルマップ等を作成した。 配慮書・方法書～評価書・報告書の各段階において、収集すべき情報を整理、必要な調査とその手法を立案した。 風力発電に関する鳥類調査における、船舶レーダーの使用の有用性について考察し、調査手法の改善等を提案した。
(4) 追加的業務	式	1	<ul style="list-style-type: none"> レーダー調査の実施に先立ち予備調査を実施し、調査時期の設定及びレーダー設置箇所の選定を行った。 IC レコーダーや暗視スコープ等を用いた夜間調査を実施し、種の同定に努めた。 レーダー調査に高所作業車を利用し、レーダー反射障害の回避による調査精度の向上に努めた。 レーダー調査と並行して移動定点調査も実施し、サロベツ地区周辺の広域において目視観察を行い、東西方向への個体の移動有無の確認に努めた。

2-2 各調査項目の内容

2-2-1 現地調査

利尻礼文サロベツ国立公園内（利尻島及び礼文島を除く）及びその周辺を利用する渡り鳥（ガン類・ハクチョウ類）の春の渡りルート等を把握することを目的とし、船舶レーダーを用いた調査を行った。

(1) 確認方法

オオヒシクイ、マガンの確認は、調査範囲内の 3 地点にて船舶レーダーを使用して行った。レーダーは回転方向（横・縦）を変えることで、飛翔ルート及び飛翔高度の確認を行った。取得データは、パソコンディスプレイ等に表示し、リアルタイムで観察・記録を行った。

船舶レーダーによる調査と並行して目視調査を実施し、確認種の同定及び個体数の確認を行った。

(2) 使用機材

レーダー調査では光電社製船舶レーダー（電波照射角 22°）を専用の設置台に固定し使用した。レーダーの取得情報は車両に備え付けたデスクトップパソコンで処理・記録を行った。機器の電源には発電機（ガソリン燃料）を使用した。

目視調査は 10 倍の双眼鏡及び 20-60 倍の望遠鏡を使用し行った。

(3) 時間帯

レーダー調査は、1 地点につき 3 昼夜連続（延べ 72 時間）実施を基本としたが、鳥類の渡り状況に応じて適宜工程を変更した。

目視調査は、個体の目視による確認が可能な、日の出～日没までの時間帯を基本とした。

2-2-2 解析

レーダー調査により得られたデータから、画像解析を行い、渡り鳥の飛翔ルート及び飛翔高度を抽出するとともに、高利用域等の解析を行った。また、連続時間データであることを活用し、時間帯ごとの飛翔特性について解析した。

2-2-3 取りまとめ

現地調査結果については、解析により得られた飛翔ルートを飛翔方向や時間帯別等に整理した図面を作成した。

また、レーダー調査の有用性や課題についてとりまとめ、課題等を改善した今後の調査計画を提案した。

2-2-4 追加的業務

(1) 予備調査

現地調査の実施に先立ち、調査範囲内におけるガン類の渡り状況の確認及びレーダー設置箇所の選定のため、予備調査を実施した。

(2) 夜間調査



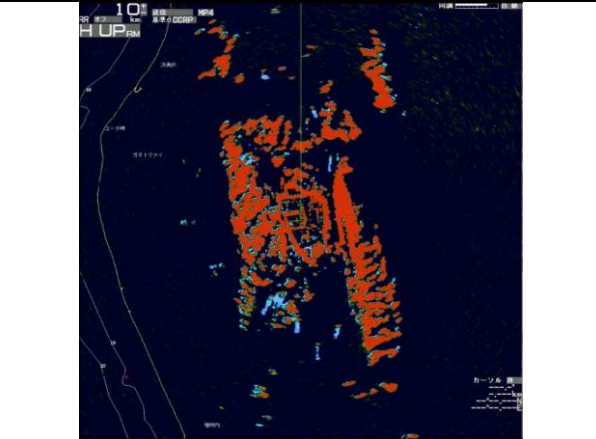
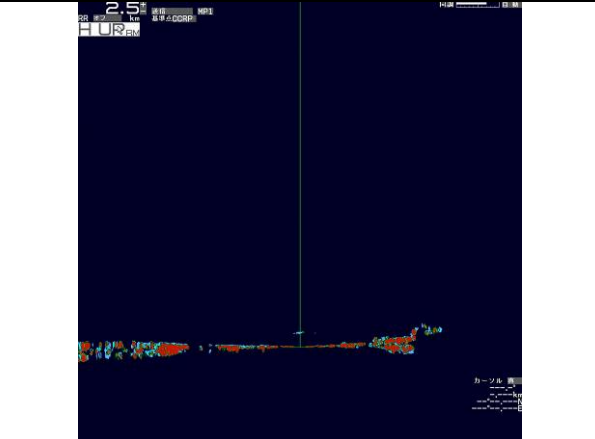


目視による個体の確認が不可能な夜間は、暗視スコープの使用及び飛翔時の鳴き声の確認等により、可能な限り確認種の同定や飛翔数の把握に努めた。また、予想される主要な飛翔ルート上の複数地点に IC レコーダを設置して鳴き声を録音し、レーダー調査によって得られたデータと対比することで、飛翔データへの種の情報の付加を試みた。

(3) レーダー調査における高所作業車の利用

サロベツ湿原センターの調査箇所は周辺を樹林に囲まれているため、レーダー電波の遮蔽を避けるため高所作業車を使用した。

(4) 移動定点調査の併用

現地調査ではレーダー調査と並行して移動定点調査も実施し、サロベツ地区周辺の広域において目視観察を行い、東西方向への個体の移動の有無を確認した。

	
<p>レーダー調査状況(水平方向回転)</p>	<p>レーダー調査状況(垂直方向回転)</p>
	
<p>取得データの例(水平方向回転)</p>	<p>取得データの例(垂直方向回転)</p>
	
<p>取得データの確認・記録状況</p>	<p>高所作業車の使用(サロベツ湿原センター)</p>
<p>写真 2-1 調査実施状況(レーダー調査)</p>	



目視調査実施状況



暗視スコープ使用状況



IC レコーダ設置状況

写真 2-2 調査実施状況(目視調査等)

2-1 調査箇所

調査実施箇所は図 2-1 に、レーダー調査地点の設定理由は表 2-2 に示すとおりである。
レーダー調査は、第 1 回調査において 3 箇所、第 2 回調査において 1 箇所で実施した。
目視調査は、レーダー設置箇所及びその周辺において広域的に移動観察を実施した。
IC レコーダーは、レーダー設置箇所及びその周辺の複数箇所に設置した。

表 2-2 レーダー調査地点の設定理由

調査回	調査箇所	設定理由
第 1 回	・サロベツ 湿原センター	・サロベツ湿原の北部に位置し、ガン類のペンケ沼等からのねぐら立ちやサロベツ原野を北上する個体の観測が期待できたため設定した。なお、サロベツ湿原センターは周辺を樹林に囲まれているため、電波遮断の回避のため高所作業車を使用した。
	・旧湿原 センター跡地	・サロベツ湿原センター地点において、地形等の観測により飛翔データを取得できない範囲があったため、代替地点として設定した。
	・兜沼南側	・旧湿原センター跡地の調査により、北上するガン類・ハクチョウ類が多く確認されたため、渡りの状況に合わせ、より北部に位置するねぐらである兜沼の南側を地点として設定した
第 2 回	・大沼南側	・大沼の南側に位置し、南方から北上する個体及び海上を渡る個体の観測が期待できたため設定した。

2-2 調査時期

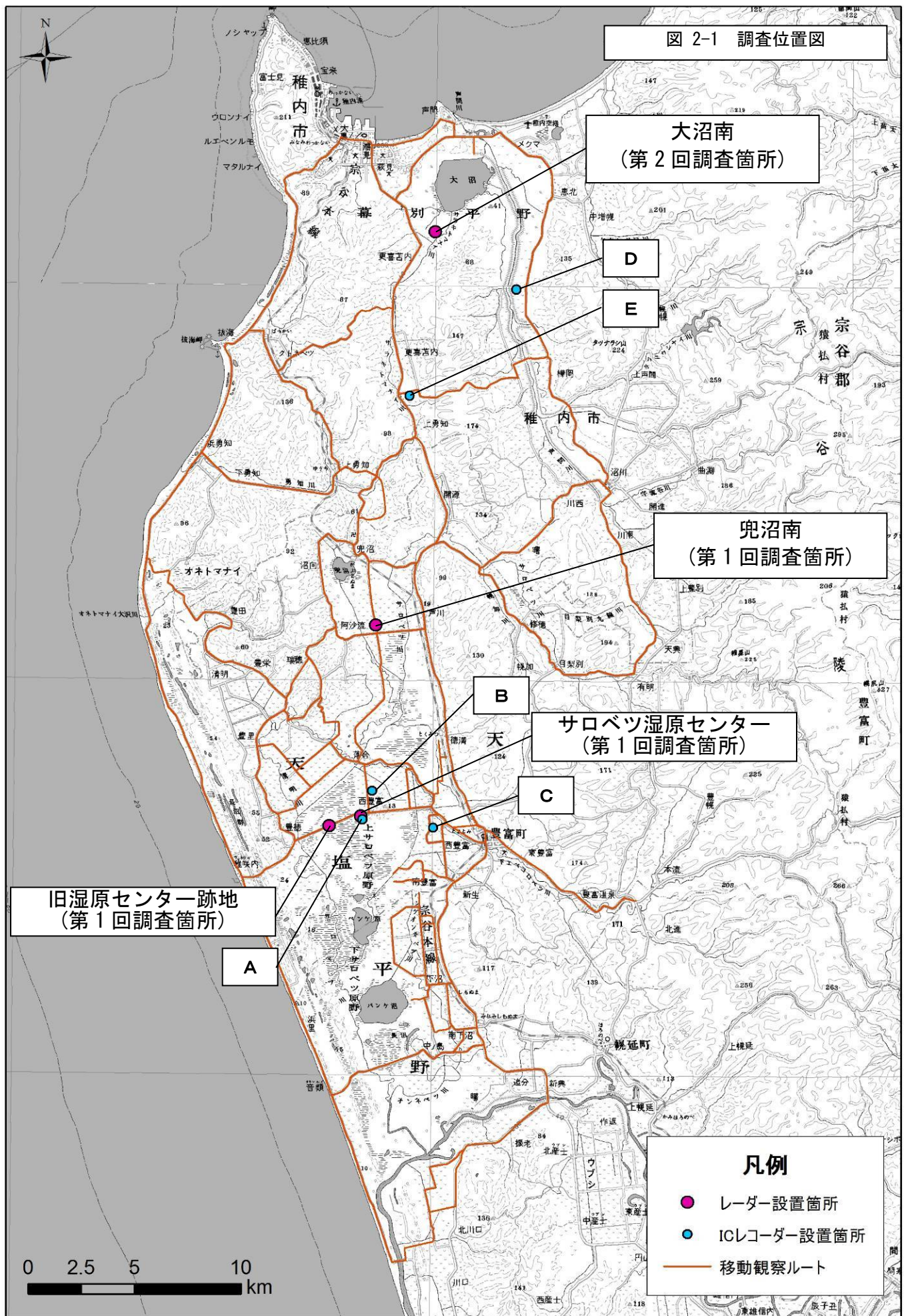
調査実施日は表 2-3 に示すとおりであり、ガン類の渡り時期を勘案の上、春季に 2 回実施した。また、IC レコーダー調査実施状況は表 2-4 に示すとおりであり、レーダー調査と併せて各調査回につき 2 晩の調査を実施した。

表 2-3 調査時期

調査回	調査箇所	調査時期	延べ調査時間
予備	・調査地全域	平成 28 年 4 月 14～15 日	
第 1 回	・サロベツ 湿原センター	【レーダー水平方向回転】 平成 28 年 4 月 17 日・14:20～4 月 19 日・9:00 (42 時間 40 分)	【水平方向回転】 120 時間 15 分 【垂直方向回転】 23 時間 10 分 【合計】 143 時間 25 分
	・旧湿原 センター跡地	【レーダー水平方向回転】 平成 28 年 4 月 19 日・10:15～4 月 19 日・19:15 4 月 19 日・19:45～4 月 20 日・12:00 (25 時間 15 分) 【レーダー垂直方向回転】 平成 28 年 4 月 19 日・19:20～19:37 (17 分)	
	・兜沼南側	【レーダー水平方向回転】 平成 28 年 4 月 20 日・14:10～4 月 21 日・12:00 (21 時間 50 分)	
第 2 回	・大沼南側	【レーダー水平方向回転】 平成 28 年 4 月 25 日・4:35～4 月 26 日・5:00 平成 28 年 4 月 27 日・5:10～4 月 27 日・12:10 (31 時間 25 分) 【レーダー垂直方向回転】 平成 28 年 4 月 26 日・6:00～4 月 27 日・5:00 (23 時間)	

表 2-4 IC レコーダー設置・録音状況

調査回	設置 箇所	設置・録音日時	設置環境等
第 1 回	A	平成 28 年 4 月 18 日・18:00 ～ 19 日・2:40	サロベツ湿原センター
		平成 28 年 4 月 19 日・20:30 ～ 20 日・0:10	
	B	平成 28 年 4 月 18 日・18:00 ～ 19 日・1:00	サロベツ湿原センター北東の採草地脇
	C	平成 28 年 4 月 19 日・20:30 ～ 20 日・4:10	サロベツ湿原センター東の採草地脇
第 2 回	D	平成 28 年 4 月 25 日・19:00 ～ 26 日・6:00	声問川東側の採草地脇
		平成 28 年 4 月 26 日・18:00 ～ 27 日・6:00	
	E	平成 28 年 4 月 25 日・19:00 ～ 26 日・6:00	国道 40 号西側の採草地脇
		平成 28 年 4 月 25 日・18:00 ～ 27 日・6:00	



3. 調査結果

3-1 目視調査結果

目視調査によるガン類・ハクチョウ類の確認種は表 3-1 に、確認状況は表 3-2～3 に、確認位置は図 3-1～2 に示すとおりである。

目視調査の結果、1 目 1 科 6 種のガン類、ハクチョウ類が確認された。

【第 1 回調査：サロベツ湿原センター周辺】

採草地において採餌・休息するマガン・オオヒシクイの混群約 10000 個体以上、シジュウカラガン及びカリガネ数個体を確認した。また、これらガン類の群れのペンケ沼及び泥炭掘削跡地のねぐら利用を確認した。ガン類のねぐら立ちは 3 時～6 時台に、ねぐら入りは 18 時～20 時台に確認された。

ハクチョウ類は、サロベツ湿原及び豊富市街地上空を北上する群れが確認された。

兜沼周辺では、採草地においてマガン・オオヒシクイの混群約 2100 個体の採餌・休息及び兜沼のねぐら利用を確認した。また、兜沼南側の水路で採餌・休息するオオハクチョウ約 30 個体を確認した。

【第 2 回調査の大沼周辺】

大沼南側及び声問川方向から飛来し、大沼及び周辺採草地に降下し採餌・休息するマガン・オオヒシクイ及びハクチョウ類を確認した。また、大沼及び周辺から飛び立ち海上を北上するマガン、ハクチョウ類が確認された。

表 3-1 ガン類・ハクチョウ類確認種

No.	目 名	科 名	種 名	
			和 名	学 名
1	カモ目	カモ科	オオヒシクイ	<i>Anser fabalis middendorffii</i>
2			マガン	<i>Anser albifrons</i>
3			カリガネ	<i>Anser erythropus</i>
4			シジュウカラガン	<i>Branta hutchinsii</i>
5			コハクチョウ	<i>Cygnus columbianus</i>
6			オオハクチョウ	<i>Cygnus cygnus</i>
計	1 目	1 科	6 種	

表 3-2 ガン類確認状況（目視確認調査）

確認 No.	確認日時		種名	個体数	飛翔 高度	備考
1	4月17日	15:06	マガン	5	下	
2		16:30	オオヒシクイ	35	－	
3		16:32	マガン・オオヒシクイ混群	34	－	
4		16:45	マガン・オオヒシクイ混群	500	－	
5		18:24	マガン	200	下	
6		18:47	マガン	10	下	
7	4月18日	5:28	マガン	30	下	
8		5:35	マガン	40	－	
9		7:24	マガン・オオヒシクイ混群	300	－	カリガネ1個体が混ざる
10		8:07	マガン・オオヒシクイ混群	1000	－	カリガネ2個体が混ざる
11		8:30	マガン	300	－	
12		8:34	マガン・オオヒシクイ混群	200	－	
13		8:36	マガン・オオヒシクイ混群	150	－	
14		8:39	マガン	15	下	
15		9:00	マガン・オオヒシクイ混群	10000	－	カリガネ1個体、シジウカラガン5個体が混ざる
16		10:00	マガン・オオヒシクイ混群	200	下	
17		14:53	マガン	10	下	
18		14:53	マガン	8	下	
19	4月19日	5:35	オオヒシクイ	320	－	寝ている個体が多い
20		5:40	マガン・オオヒシクイ混群	230	－	
21		5:40	マガン・オオヒシクイ混群	45	－	
22		6:10	マガン・オオヒシクイ混群	1630	－	
23		6:10	マガン・オオヒシクイ混群	325	－	
24		7:30	マガン・オオヒシクイ混群	3050	－	
25		13:00	マガン・オオヒシクイ混群	6000	中～ 下	断続的に南から飛翔してくる個体、一部そのまま北上、草地に降下
26		18:30	マガン・オオヒシクイ混群	10000	下	断続的に飛び立ち南下
27	4月20日	4:30	マガン・オオヒシクイ混群	10000	下	ペンケ沼周辺からのねぐら立ち、草地に降下
28		13:32	マガン・オオヒシクイ混群	1200	－	
29		17:47	マガン・オオヒシクイ混群	900	－	
30		18:34	マガン・オオヒシクイ混群	60	中	
31	4月25日	10:19	マガン	120	上	
32		17:13	オオヒシクイ	20	下	
33		20:25	マガン	不明	不明	夜間の鳴声の確認
34		20:30	マガン	不明	不明	夜間の鳴声の確認
35	4月26日	10:04	マガン	20	中	
36		10:23	マガン	30	下	
37		20:00	マガン	不明	不明	夜間の鳴声の確認
38	4月27日	7:35	マガン	100	中	
39		7:38	マガン	70	中	
40		7:40	マガン	4	上	
41		7:55	マガン	500	－	
42		8:00	マガン	200	特	
43		8:04	マガン	20	特	
44		8:09	マガン	500	下	
45		8:15	マガン	50	上	
46		8:20	マガン	5	中	
47		8:53	マガン	100	上	
48		9:07	マガン	3	中	
49		11:18	マガン	50	特	

注) 飛翔高度は目視により確認した地上高を示す。区分は以下のとおり。

下：50m 未満、中：50m 以上～100m 未満、上：100m 以上～150m 未満、特：150m 以上

表 3-3 ハクチョウ類確認状況（目視確認調査）

確認 No.	確認日時		種名	個体 数	飛翔 高度	備考
1	4月17日	14:20	ハクチョウ類	70	下	
2		14:32	ハクチョウ類	10	下	
3	4月19日	13:00	ハクチョウ類	550	上	北上する個体
4	4月20日	6:00	ハクチョウ類	300	上	
5		17:28	オオハクチョウ	30	-	水路で休息
6	4月25日	6:57	ハクチョウ類	40	中	
7		7:08	ハクチョウ類	80	下	
8		9:09	ハクチョウ類	30	下	
9		9:59	ハクチョウ類	100	-	
10		10:00	ハクチョウ類	100	1	
11		15:53	ハクチョウ類	30	下	
12		17:47	ハクチョウ類	20	中	
13		17:47	ハクチョウ類	40	中	
14		18:34	ハクチョウ類	10	下	
15	4月26日	9:45	ハクチョウ類	300	下	
16		10:02	ハクチョウ類	3	下	
17		10:05	ハクチョウ類	50	中	
18		11:30	ハクチョウ類	30	下	
19		14:41	ハクチョウ類	2	下	
20		18:07	ハクチョウ類	1	下	
21		19:30	オオハクチョウ	不明	不明	夜間の鳴声の確認
22	4月27日	4:51	ハクチョウ類	16	中	
23		5:01	ハクチョウ類	200	下	
24		5:02	ハクチョウ類	12	下	
25		5:14	ハクチョウ類	50	下	
26		5:21	ハクチョウ類	270	中	
27		5:45	ハクチョウ類	70	中	
28		6:09	ハクチョウ類	15	下	
29		6:21	ハクチョウ類	10	上	
30		7:10	ハクチョウ類	30	下	
31		7:10	オオハクチョウ・コハクチョウ混群	500	-	
32		7:12	ハクチョウ類	10	中	
33		7:17	ハクチョウ類	300	下	
34		7:21	ハクチョウ類	20	下	
35		7:28	ハクチョウ類	9	中	
36		7:34	ハクチョウ類	6	上	
37		7:46	ハクチョウ類	5	下	

注) 飛翔高度は目視により確認した地上高を示す。区分は以下のとおり。

下：50m 未満、中：50m 以上～100m 未満、上：100m 以上～150m 未満、特：150m 以上

	
<p>サロベツ湿原センター周辺の採草地で 採餌・休息するマガン・オオヒシクイ (4/17)</p>	<p>サロベツ湿原センター周辺の採草地で 採餌・休息するマガン・オオヒシクイ (4/19)</p>
	
<p>旧サロベツ湿原センター跡地の北側採草地から 飛び立ちペンケ沼方向に飛翔するマガン・オオヒ シクイ (4/19)</p>	<p>国道 40 号付近上空を北上するハクチョウ類 (4/20)</p>
	
<p>兜沼周辺の採草地で採餌・休息する マガン・オオヒシクイ (4/20)</p>	<p>兜沼南側の水路で採餌・休息するオオハクチョウ (4/20)</p>

写真 3-1 第 1 回調査確認個体


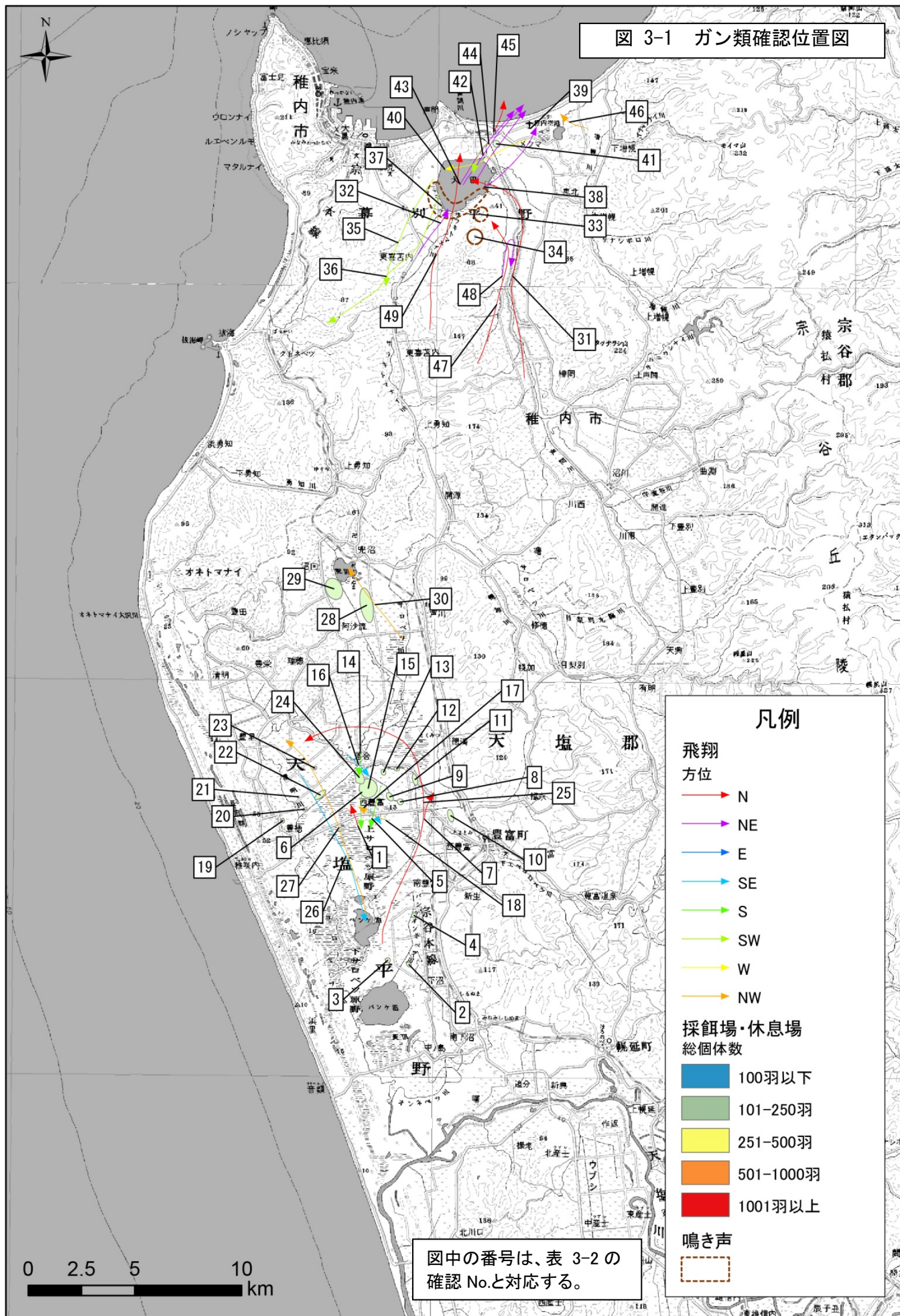
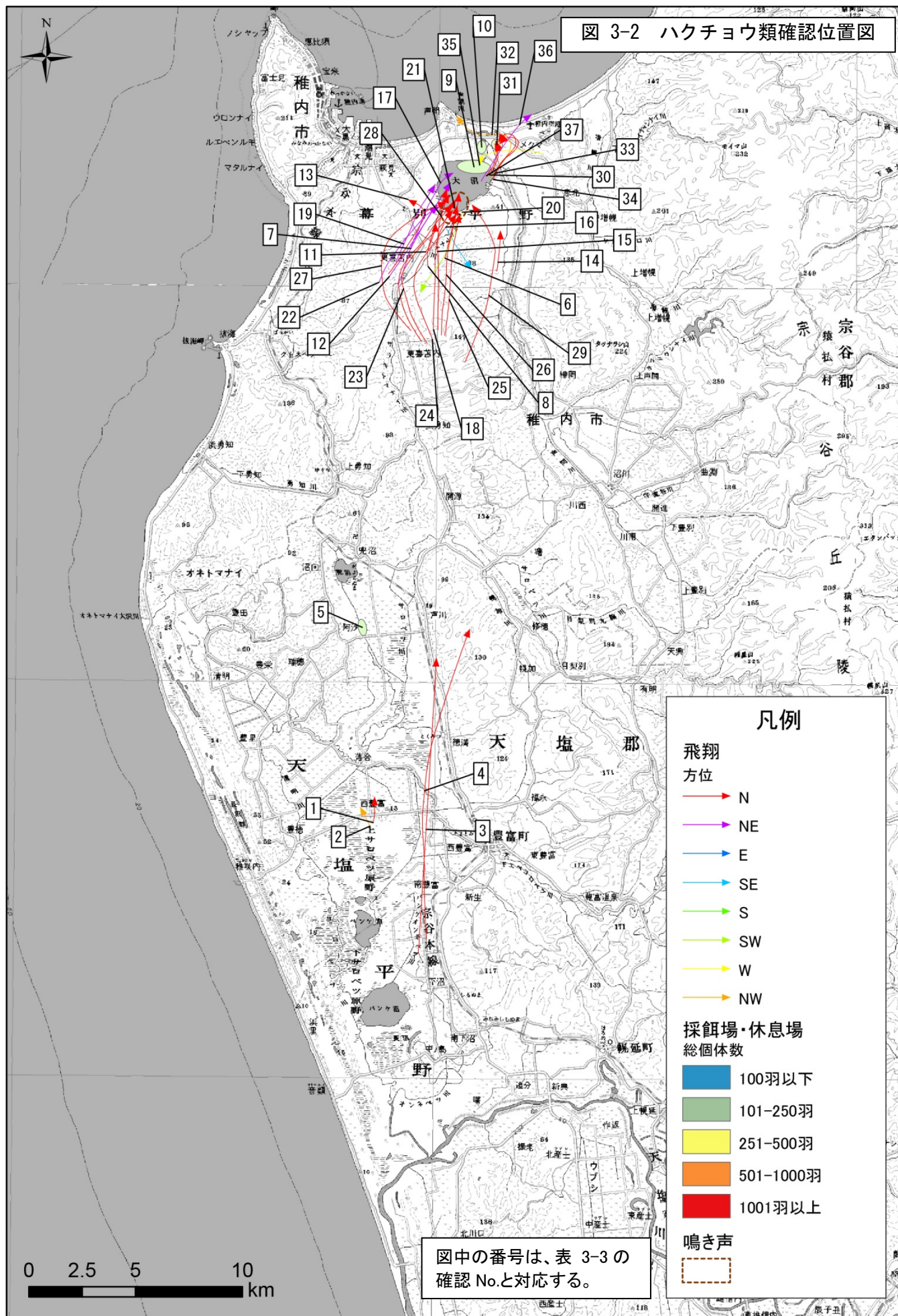
	
<p>大沼南側を北上するオオハクチョウ (4/25)</p>	<p>大沼南側を北上するオオヒシクイ (4/25)</p>
	
<p>大沼周辺の採草地で 採餌・休息するオオハクチョウ (4/25)</p>	<p>声間川上空を北上するマガン (4/25)</p>

写真 3-2 第2回調査確認個体





3-2 レーダー調査結果

3-2-1 水平方向回転

(1) レーダーの観測範囲

レーダーの観測範囲は図 3-4 に、取得画像例は図 3-3 に示すとおりである。

水平方向回転調査では、観測により取得した連続した画像データを専用のプログラム (FRS コーポレーション株式会社製) により解析することで、鳥類の平面的な飛翔軌跡を取得した。

水平方向回転調査におけるレーダーの設定観測範囲は、鳥類の渡りの個体群エコーが取得可能な 10 km レンジ (範囲としては、24km 四方) 以下とした。

船舶レーダーでは、レーダーから発した電波の反射強度によりデータを取得する。よって、地形等の反射の影響は大きく、地形により大きな反射が得られた部分 (図 3-4 において赤斜線で示した地形等観測範囲) では、鳥類の飛翔データを取得する事が出来なかった可能性がある。

また、山地の尾根や台地等の地形に遮られた箇所については、山地等地形の標高以下の低高度の飛翔軌跡が得られていない可能性がある。

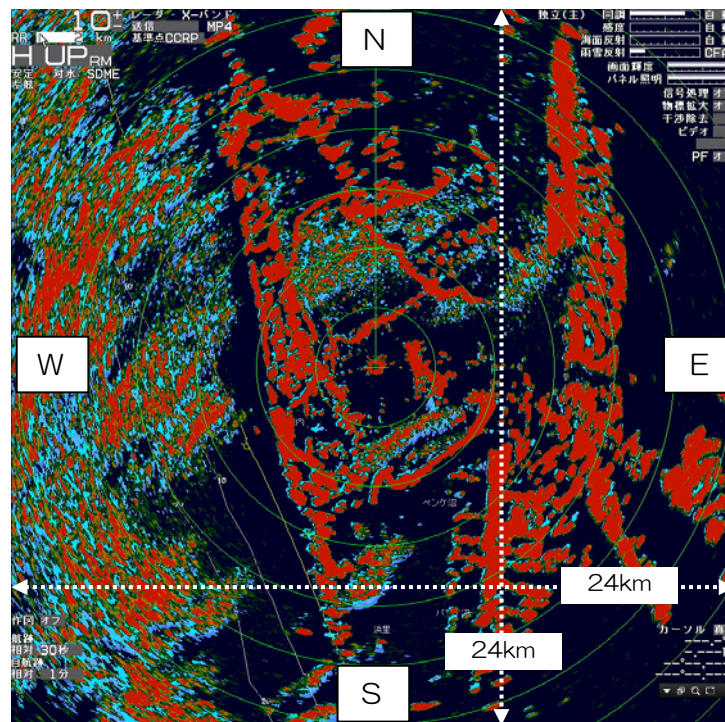


図 3-3 水平方向回転のレーダー画像の取得例

(2) 除外したデータ

専用プログラムによる解析により得られた飛翔軌跡のうち、平均飛翔速度が時速 40km 以下及び 180km 以上の飛翔軌跡は、対象とする渡り鳥の飛翔以外の可能性が高いと考えられることからデータから除外した。また、観測時間が 16 分以上の軌跡についても、鳥類以外の物体を観測している可能性が高いと考えられることからデータから除外した。

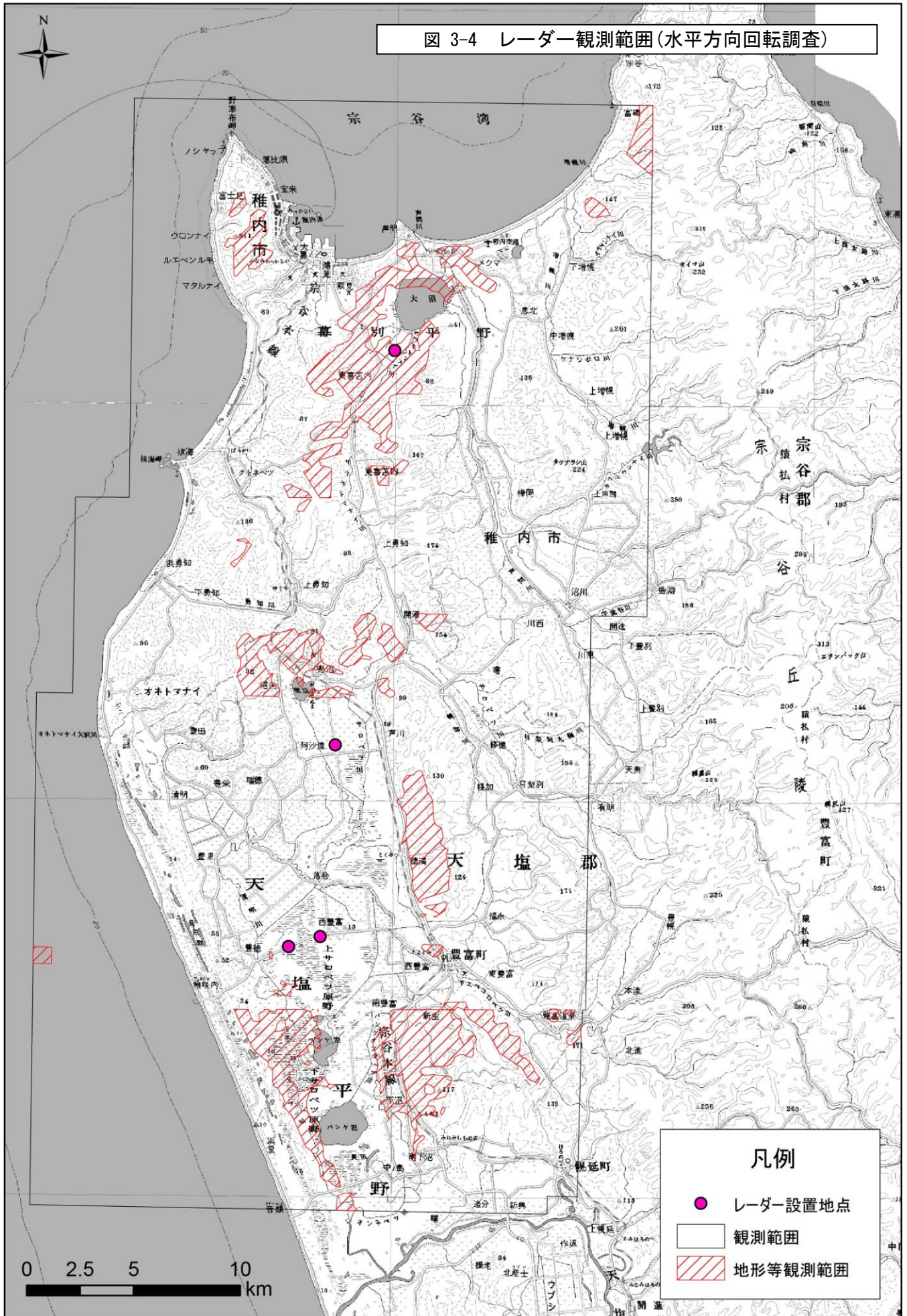
(3) 飛翔軌跡の方位の基準

確認された飛翔軌跡は、飛翔の起点から終点方向の北を 0 度とした時計回りの方位角を算出し、表 3-4 に示す区分により 45° 間隔に 8 区分の飛翔方位を決定した。

表 3-4 飛翔方位の区分

方位角	飛翔方位
0～22.5°、337.5～360°	N（北）
22.5～67.5°	NE（北東）
67.5～112.5°	E（東）
112.5～157.5°	SE（南東）
157.5～202.5°	S（南）
202.5～247.5°	SW（南西）
247.5～292.5°	W（西）
292.5～337.5°	NW（北西）

図 3-4 レーダー観測範囲(水平方向回転調査)



(4) データ解析結果

1) 確認飛翔数及び飛翔方位

方位別飛翔軌跡の割合は図 3-5 に、方位別確認例数は図 3-6 に、全飛翔軌跡は図 3-7 に示すとおりである。

レーダー調査により取得した画像の解析により、計 9383 例の飛翔軌跡が得られた。

方位別では、北への飛翔が最も多く、次いで北東、北西への飛翔が多く、北上方向への飛翔が全体の約 7 割を占めた。その多くが、北上する渡り鳥である可能性が高いと考えられる。

北上方向以外の飛翔については、確認数に大きな差は見られなかった。

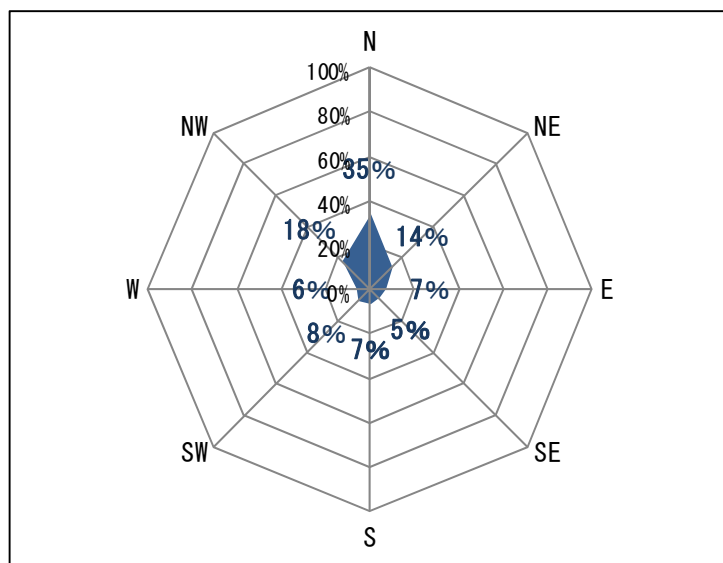


図 3-5 方位別飛翔確認割合

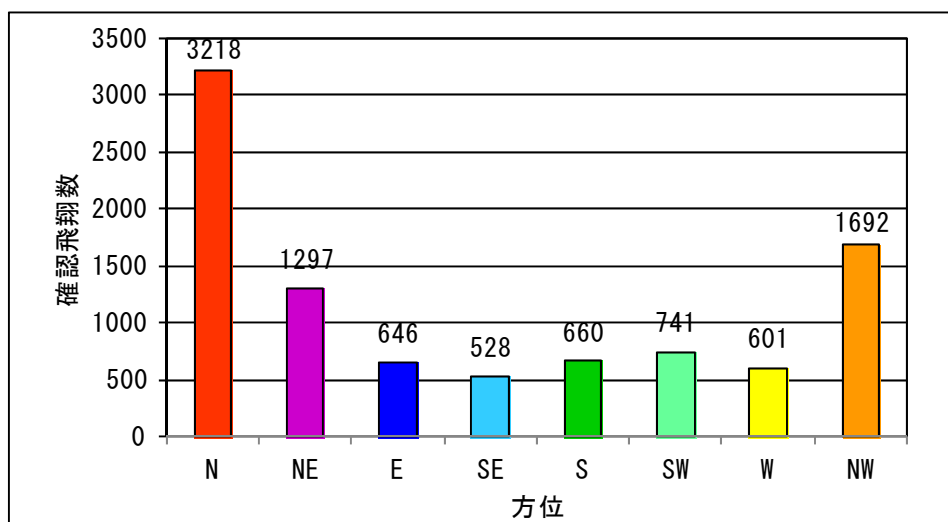
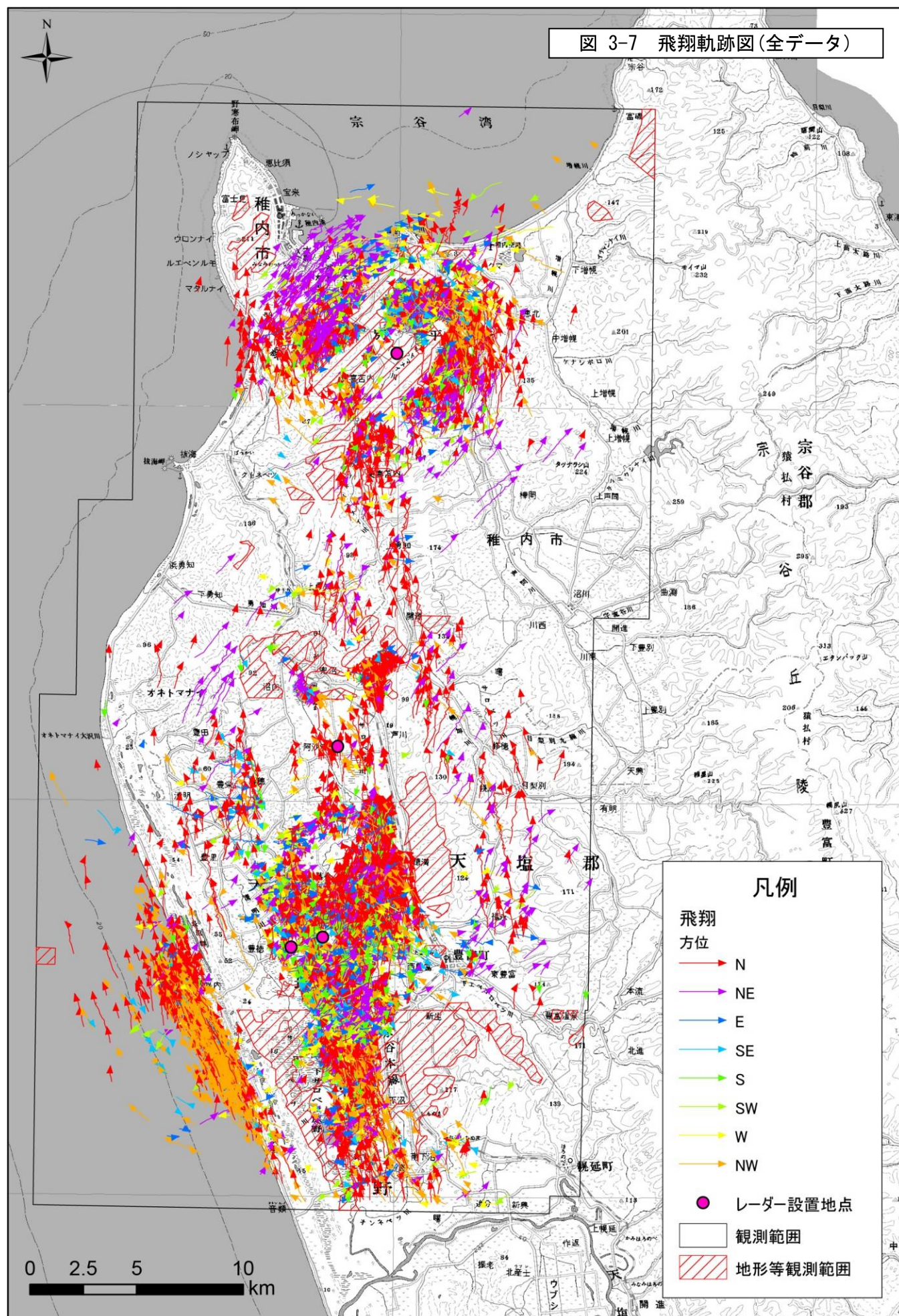


図 3-6 方位別確認飛翔数

図 3-7 飛翔軌跡図(全データ)



2) 平均飛行速度別解析結果

平均飛行速度別の確認例数は図 3-8 に、飛行軌跡は図 3-10(1)～(4)に示すとおりである。

平均飛行速度別の飛行数は、40km/h 以上 80km/h 未満が最も多く、次いで 80km/h 以上 120km/h 未満のが多い結果となった。各平均飛行速度の方位別割合では、全飛行速度ともに、北・北東・北西の北上の飛行が 5 割以上を占めた。

マガンの人工衛星用位置送信機による追跡事例(呉地, 1999)によると、渡り時の平均飛行速度は約 100km/h であると報告されており、平均飛行速度 80km/h 以上～120km/h 未満の北上方向の飛行軌跡にはガン類の渡りが含まれているものと考えられる。

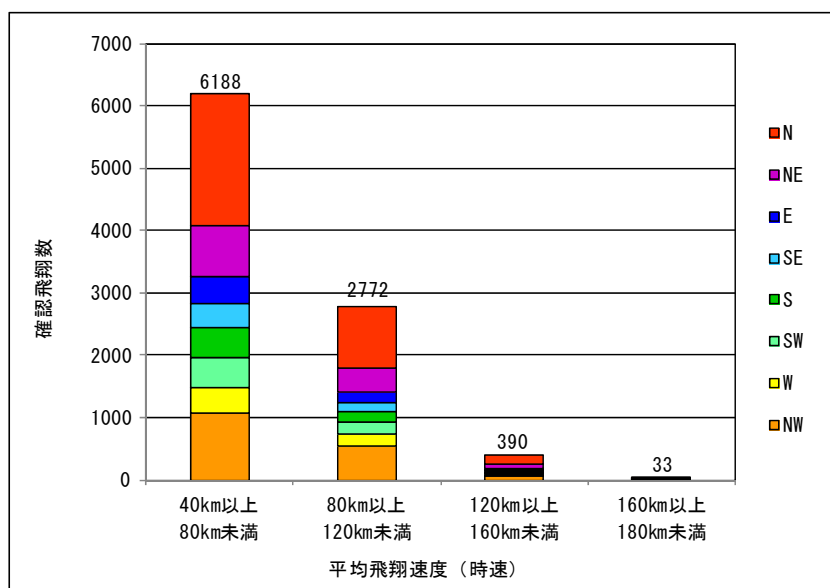


図 3-8 平均飛行速度別確認飛行数

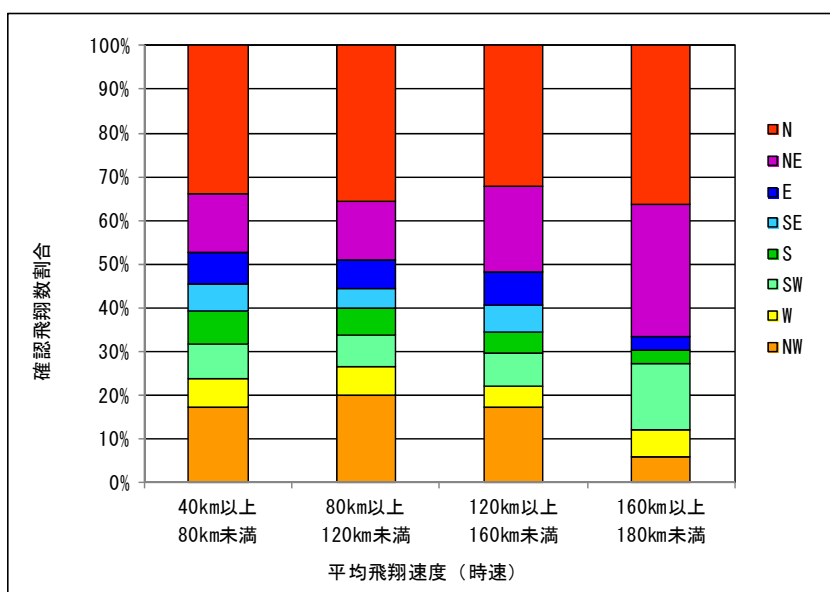


図 3-9 平均飛行速度別確認飛行数割合

図 3-10(1) 飛翔軌跡図(平均飛翔速度別：時速 40km 以上～80km 未満)

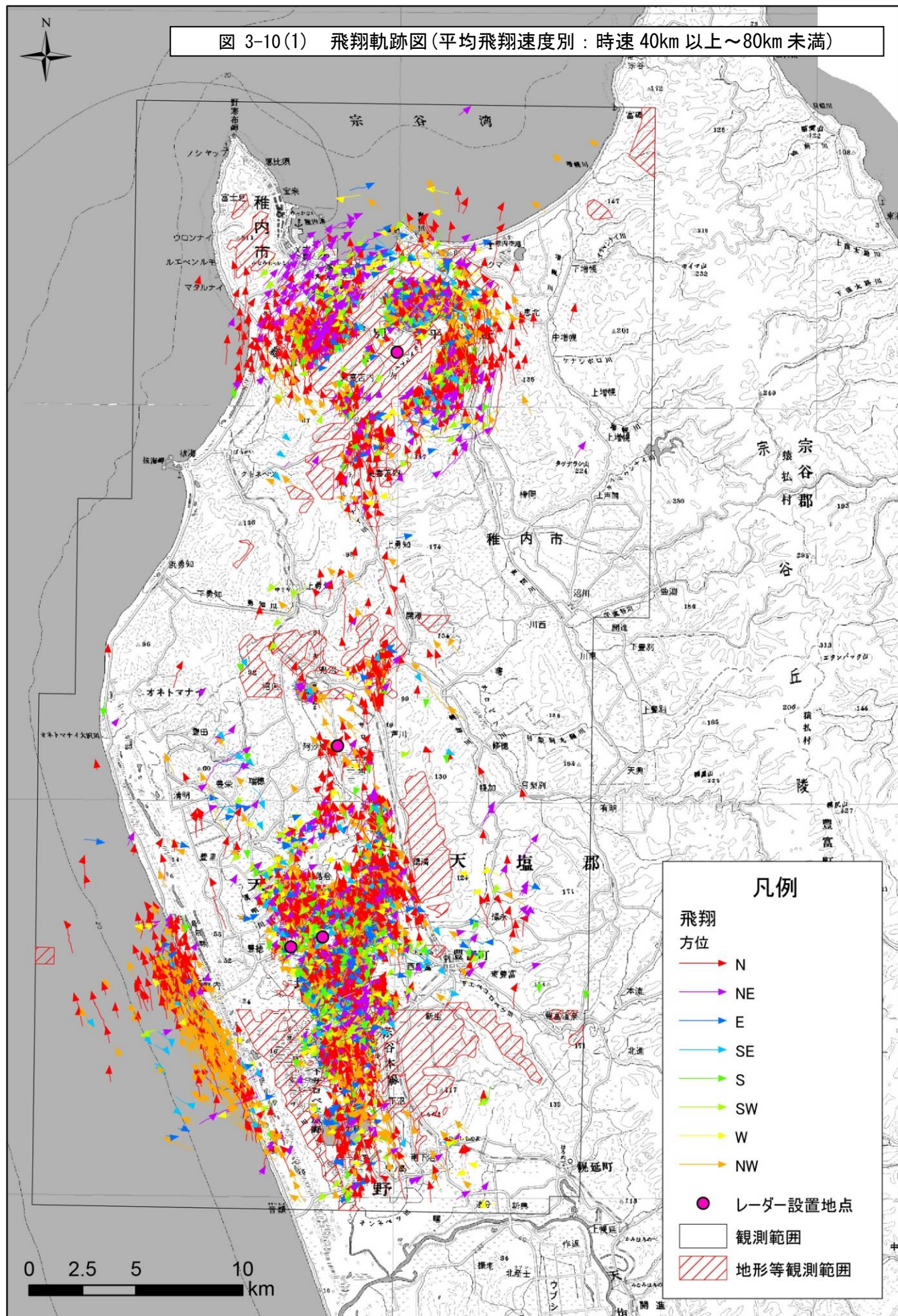


図 3-10(2) 飛翔軌跡図(平均飛翔速度別：時速 80km 以上～120km 未満)

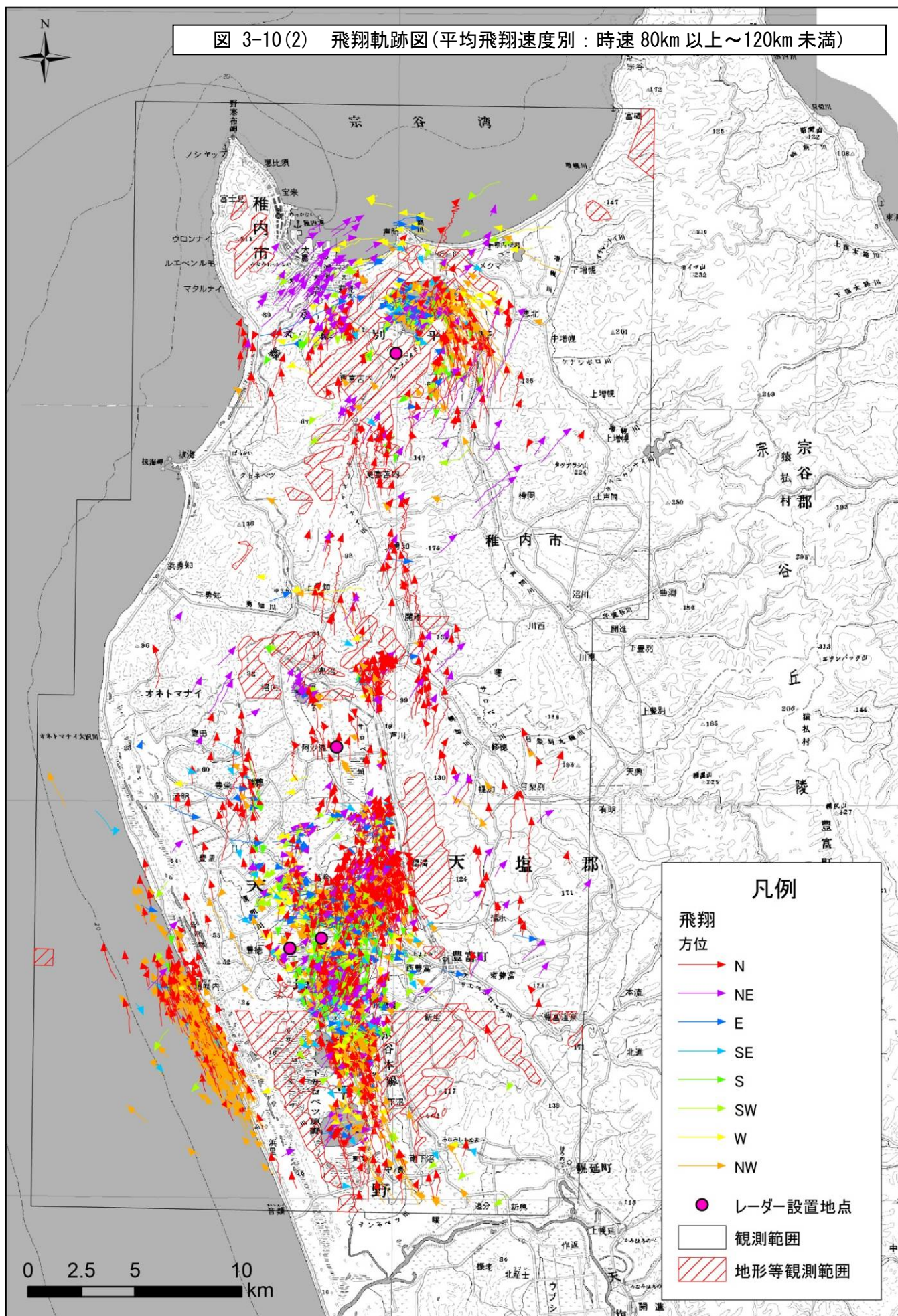


図 3-10(3) 飛翔軌跡図(平均飛翔速度別：時速 120km 以上～160km 未満)

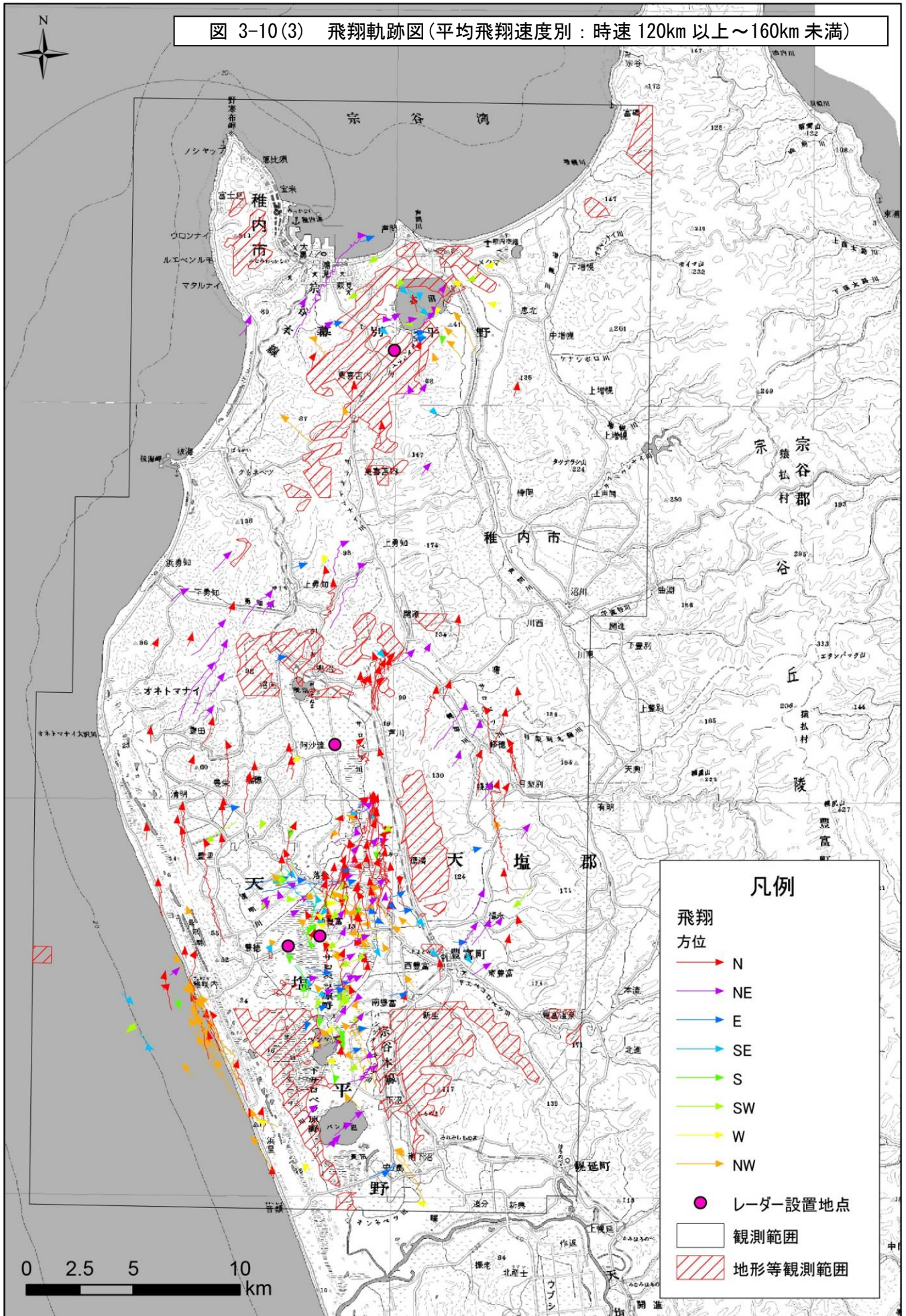
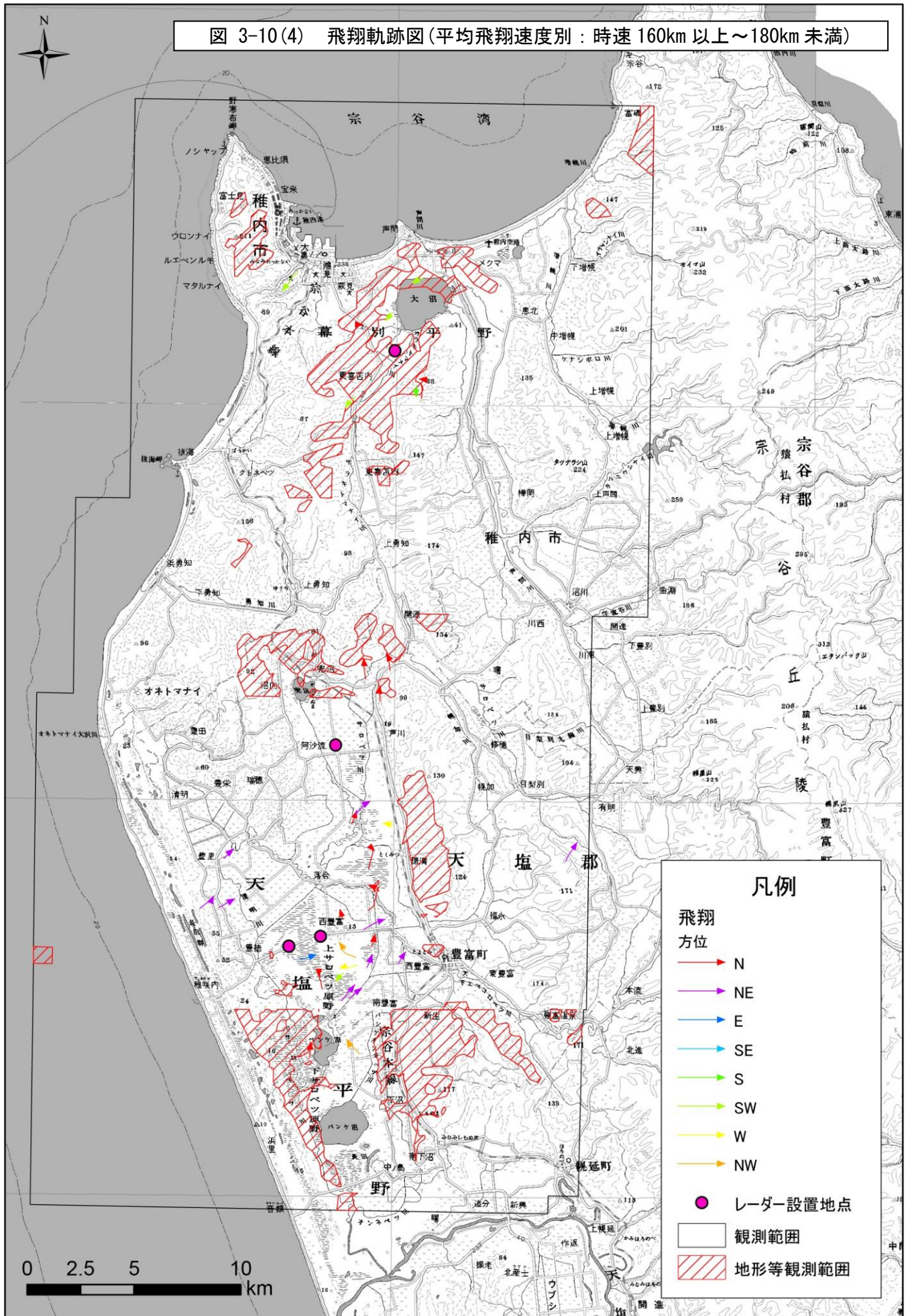


図 3-10(4) 飛翔軌跡図(平均飛翔速度別：時速 160km 以上～180km 未満)



3) 時間帯別解析結果

時間帯別の確認例数は図 3-11 に、飛翔軌跡は図 3-13(1)～(8)に示すとおりである。

時間帯別の確認飛翔数は、6～11 時台及び 18～21 時台に多く、1～3 時台に少ない傾向が見られた。各時間帯の方位別では、いずれの時間帯も北上方向の飛翔が最も多い割合を占め、特に 0 時台、6～9 時台及び 20～22 時台に多い割合を占めた。6～9 時台及び 20～21 時台は飛翔の確認数、北上方向の飛翔の割合ともに高く、鳥類の渡り時の飛翔が多く含まれる可能性が考えられる。

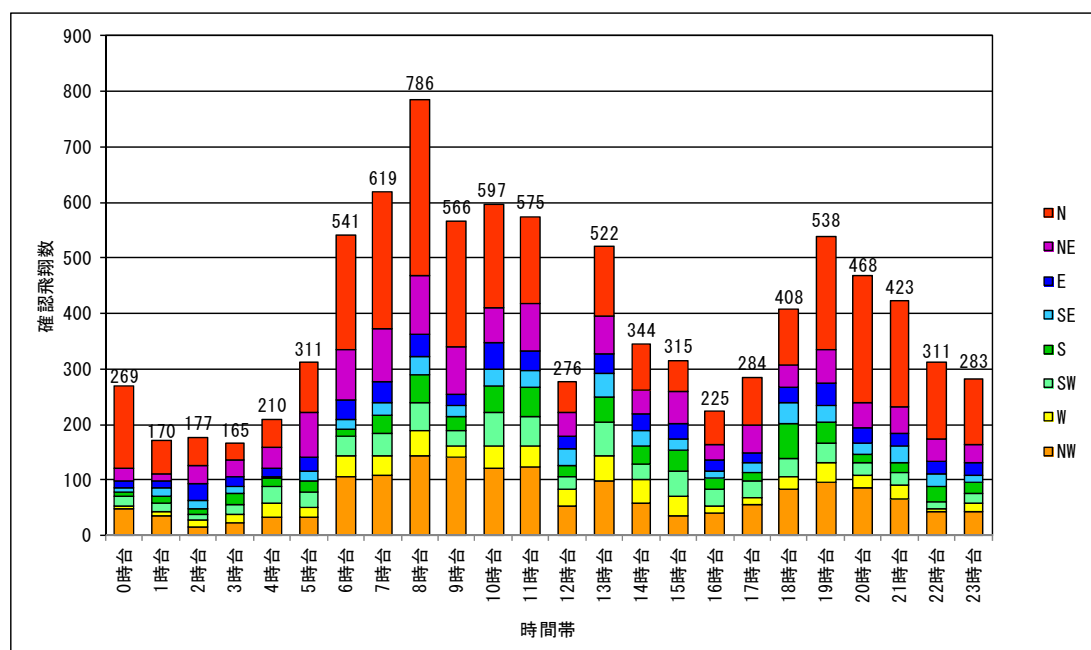


図 3-11 時間帯別確認飛翔数

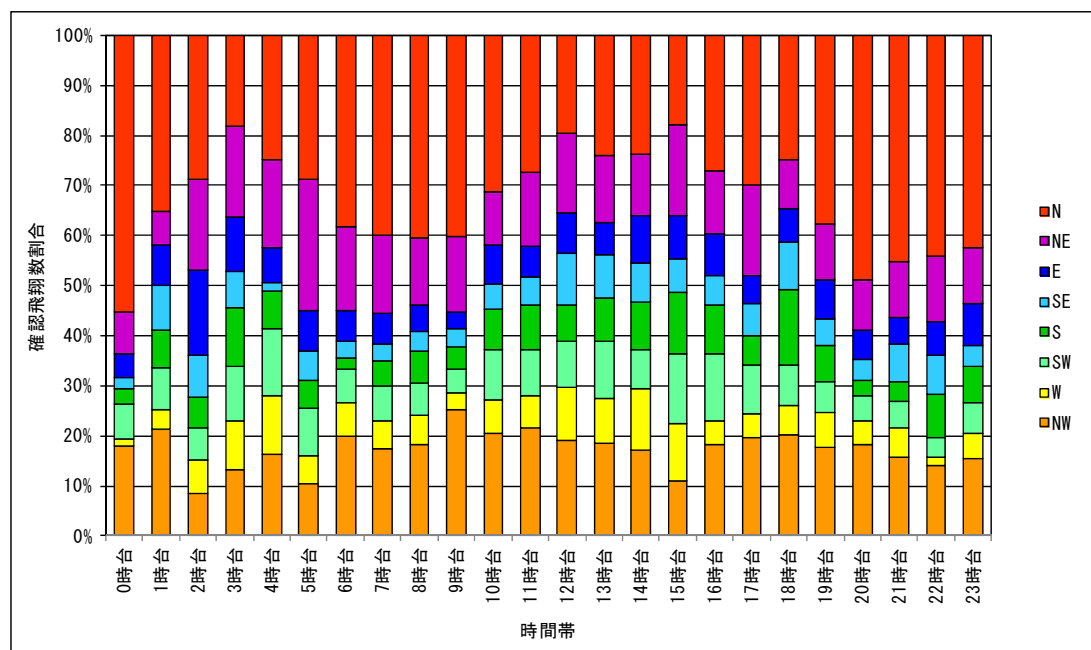


図 3-12 時間帯別確認飛翔数割合

図 3-13(1) 飛翔軌跡図(時間帯別：0～2 時台)

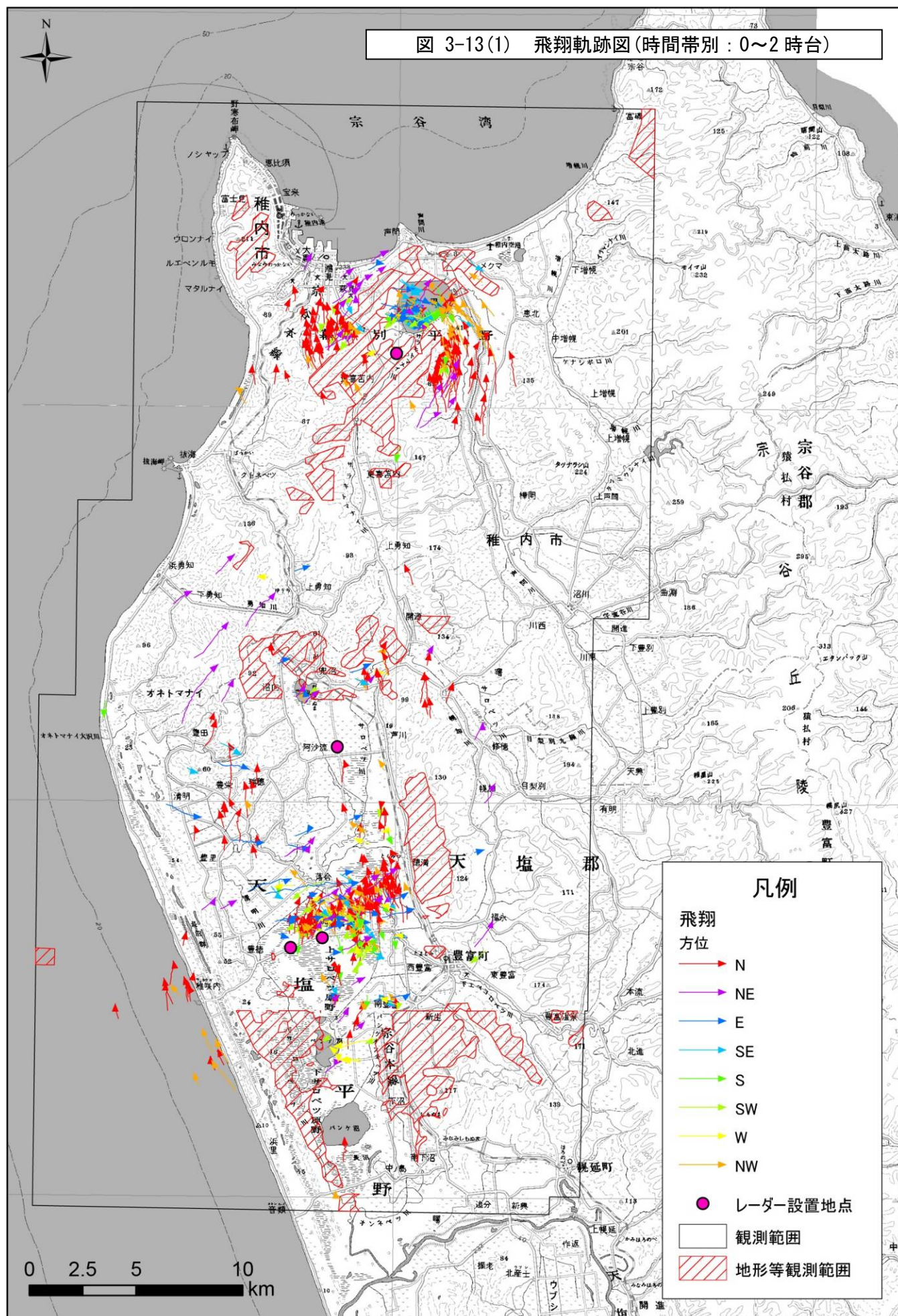


図 3-13(2) 飛翔軌跡図(時間帯別：3～5 時台)

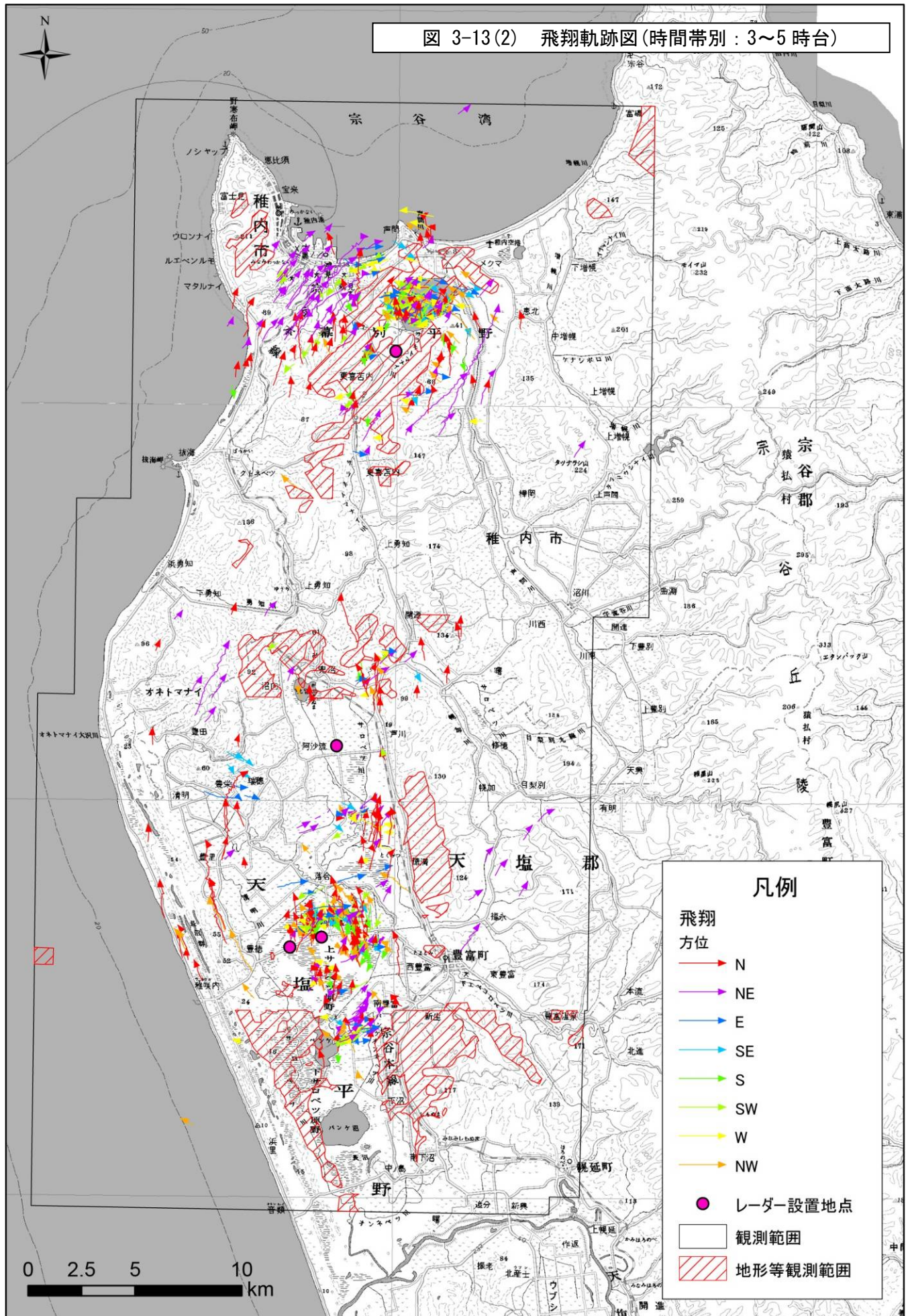


図 3-13(3) 飛翔軌跡図(時間帯別：6～8 時台)

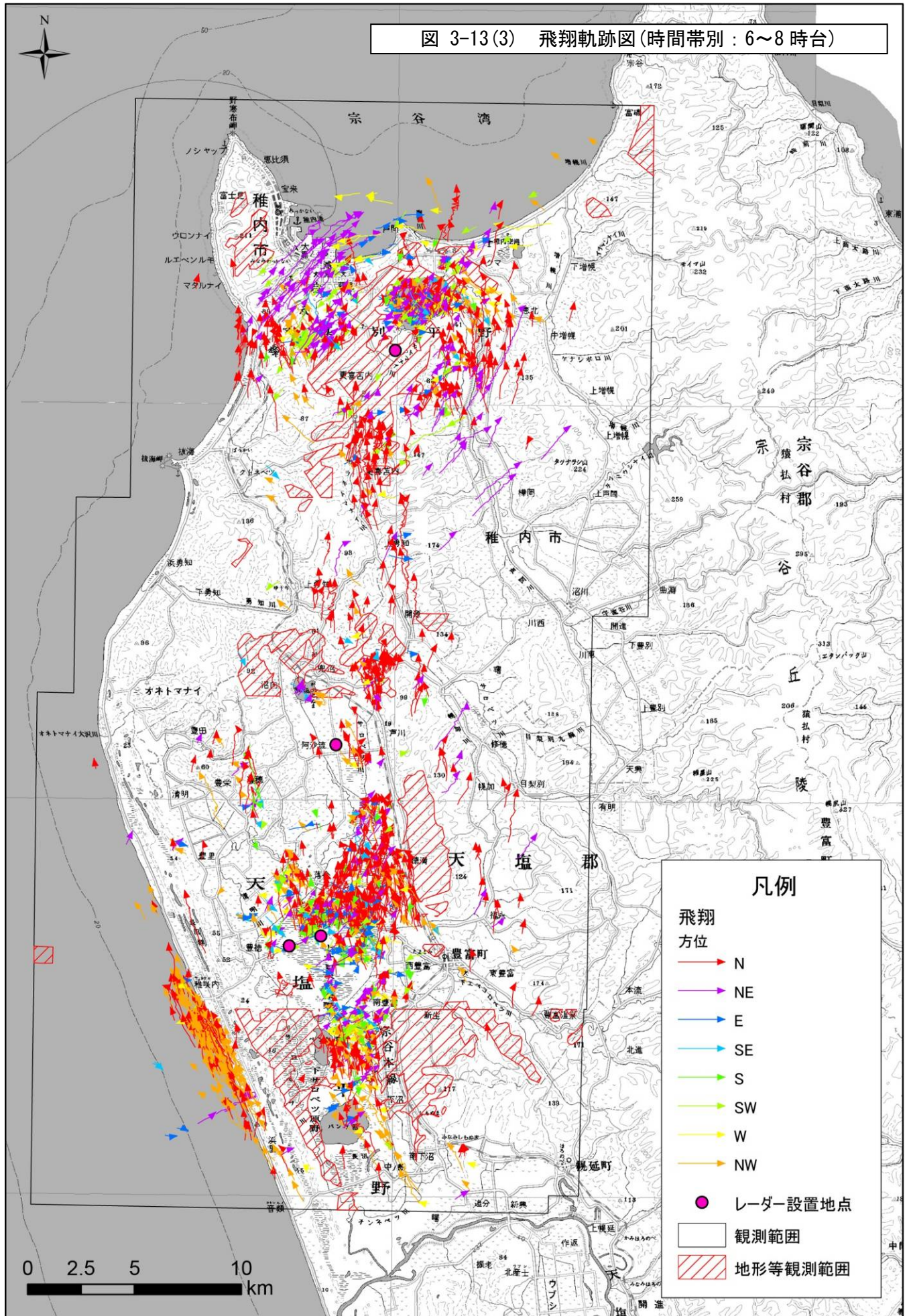
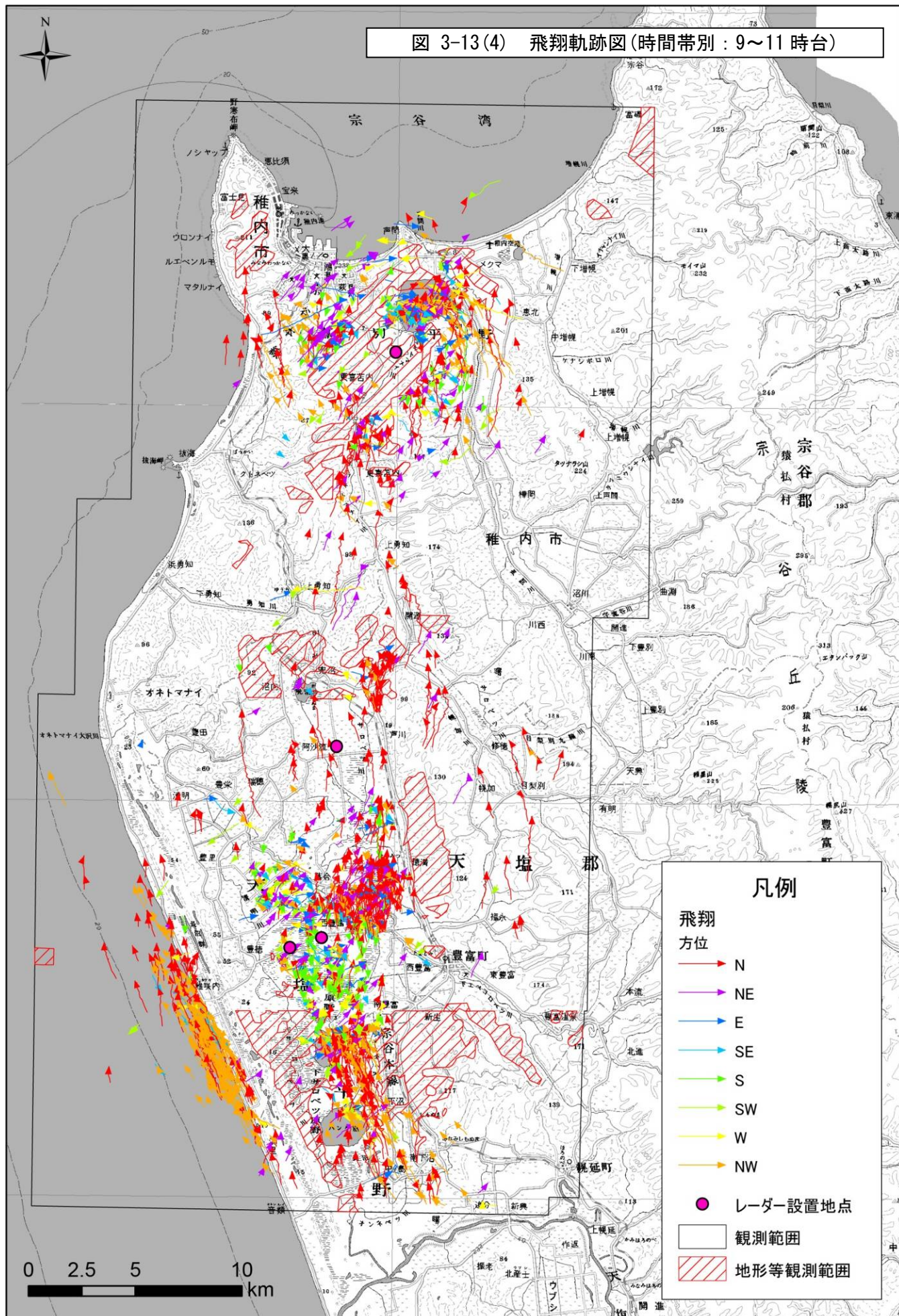


図 3-13(4) 飛翔軌跡図(時間帯別：9～11 時台)



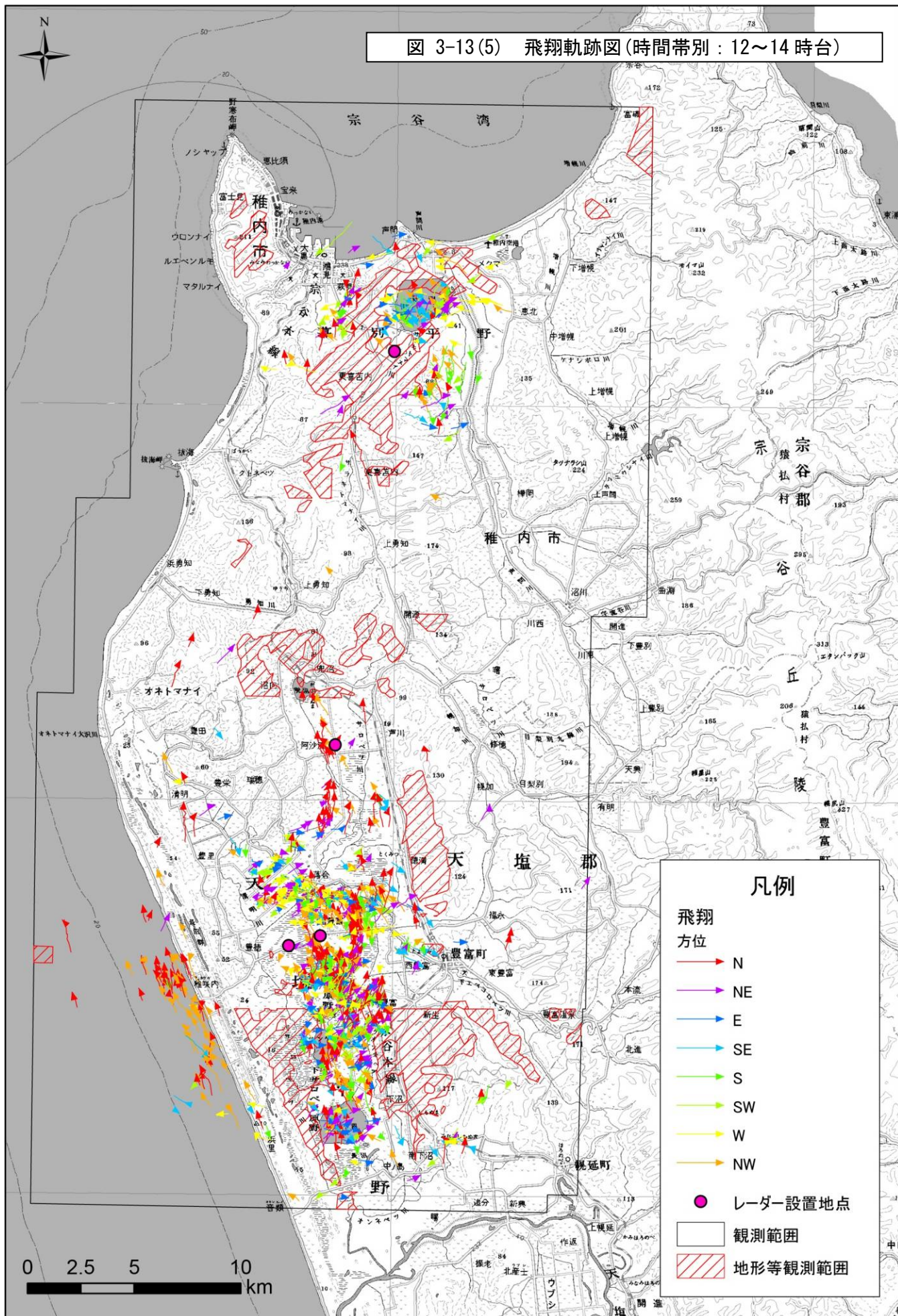


図 3-13(6) 飛翔軌跡図(時間帯別：15～17 時台)

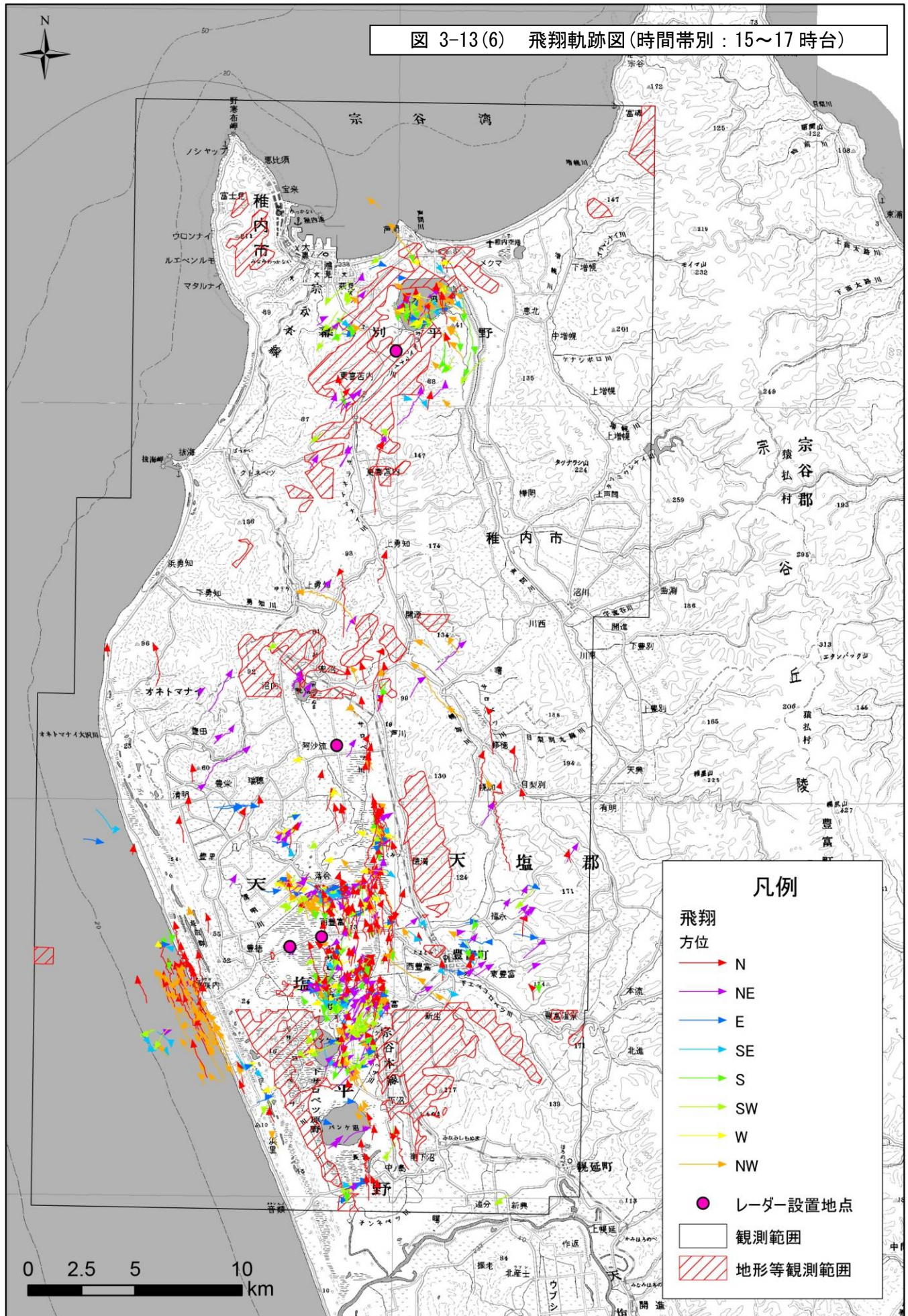


図 3-13(7) 飛翔軌跡図(時間帯別: 18~20 時台)

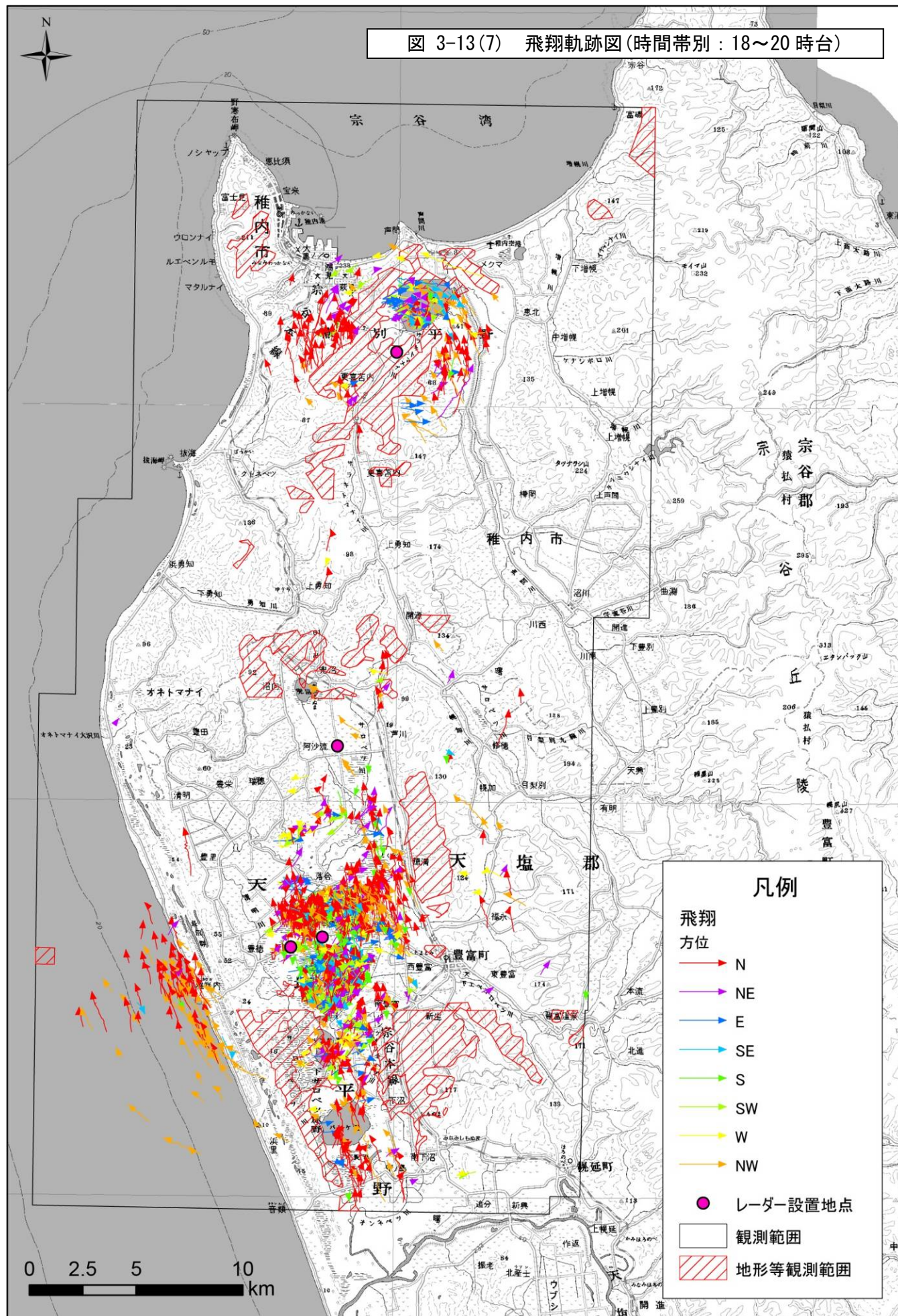
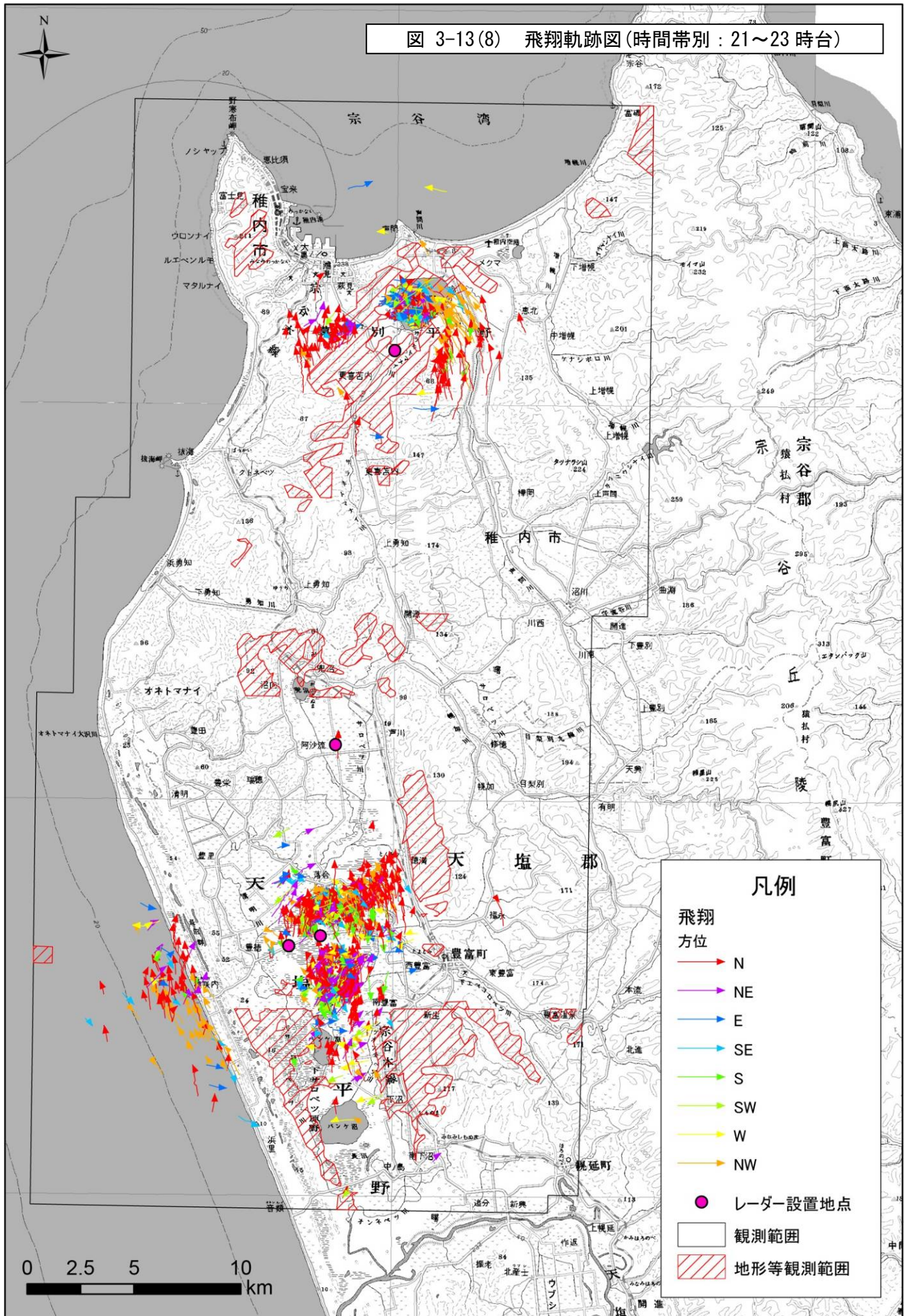


図 3-13(8) 飛翔軌跡図(時間帯別: 21~23 時台)



3-2-2 垂直方向回転

(1) レーダーの観測範囲

垂直方向回転調査のレーダーの観測範囲は図 3-15 に、取得画像例は図 3-14 に示すとおりである。

垂直方向回転では、鉛直方向の鳥類の飛翔を観測し、取得した連続した画像データを専用のプログラム(FRS コーポレーション株式会社製)により解析することで、レーダー設置箇所を 0m とした鳥類の飛翔高度を取得した。

垂直方向回転調査における鳥類の渡りの個体群エコーが取得可能な観測範囲は、2.5km レンジ程度(高度約 4km、東西方向に約 3km)以下である。観測レンジを狭くすることでより小さい単位での飛翔高度の把握が可能であるが、水平方向の観測可能範囲も狭くなってしまう。本調査は、サロベツ地区における飛翔高度の概要把握が目的であるため、2.5km または 1.25km (取得可能飛翔高度は 250m 単位) の広域な観測レンジを使用した。

レーダー観測では 2 秒に 1 枚、1 分間に 30 枚の画像を取得した。解析においては、30 枚の各画像に観測された鳥類の飛翔と考えられる点を抽出し、1 分間あたりの確認数として示した。

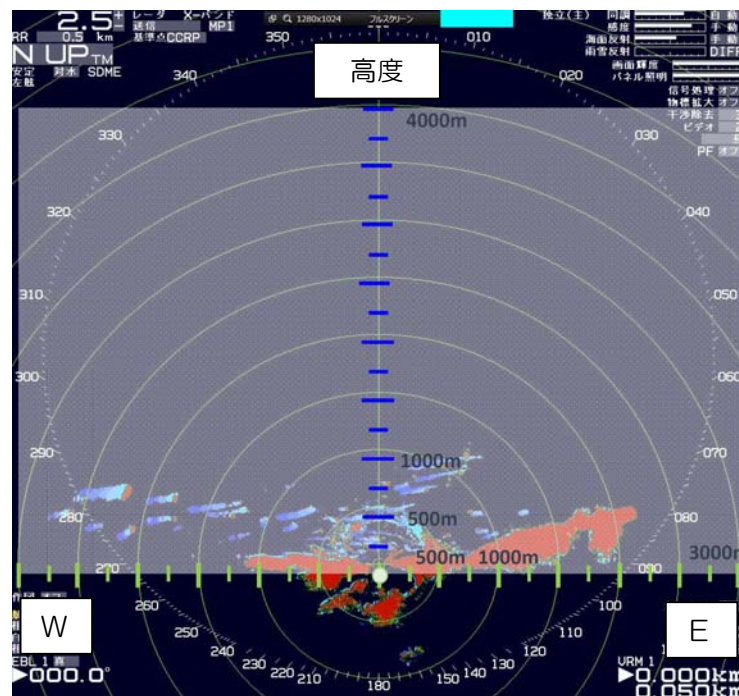
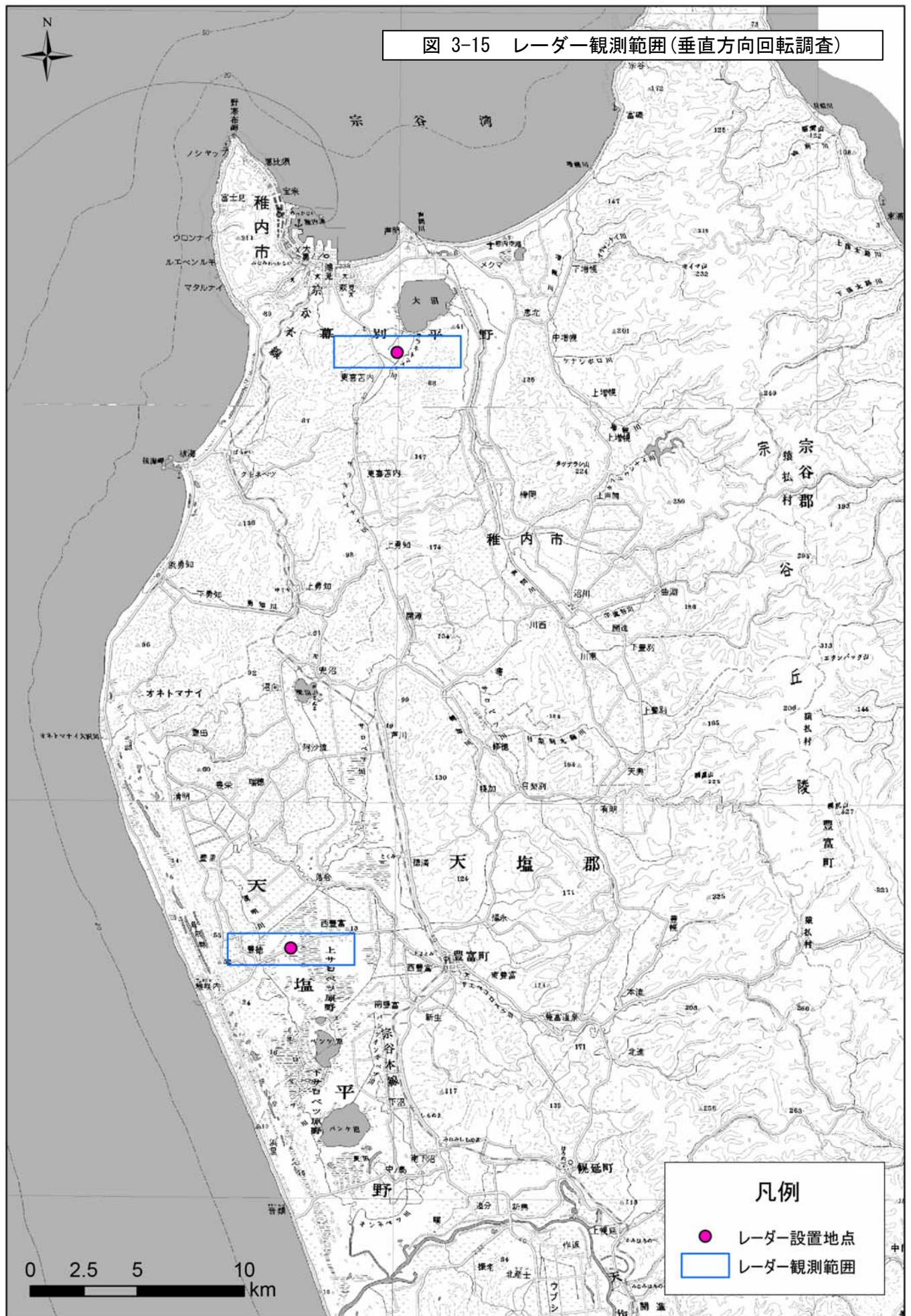


図 3-14 垂直回転方向のレーダー画像の取得例

図 3-15 レーダー観測範囲(垂直方向回転調査)



(2) 解析結果

1) 旧サロベツ湿原センター跡地

旧サロベツ湿原センター跡地地点における鳥類の飛翔高度別確認数は、図 3-16 に示すとおりである。旧サロベツ湿原センター跡地地点においては、4 月 19 日・19:20～19:37 の 17 分間の調査を実施した。

確認数は 0m 以上-250m 未満の高度の飛翔が最も多いが、250m 以上-500m 未満及び 500m 以上-1000m 未満の飛翔も比較的多く確認された。19 時台はガン類のねぐら入りが確認されており、0m 以上-250m 未満の飛翔には、採餌場・休息場からねぐらに向かうガン類が多く含まれるものと考えられる。また、飛翔高度 250m 以上の高高度の飛翔については、水平回転調査において同地点の同時時間帯に北上方向の飛翔が多数確認されていることから、種は不明であるが渡り鳥である可能性が考えられる。

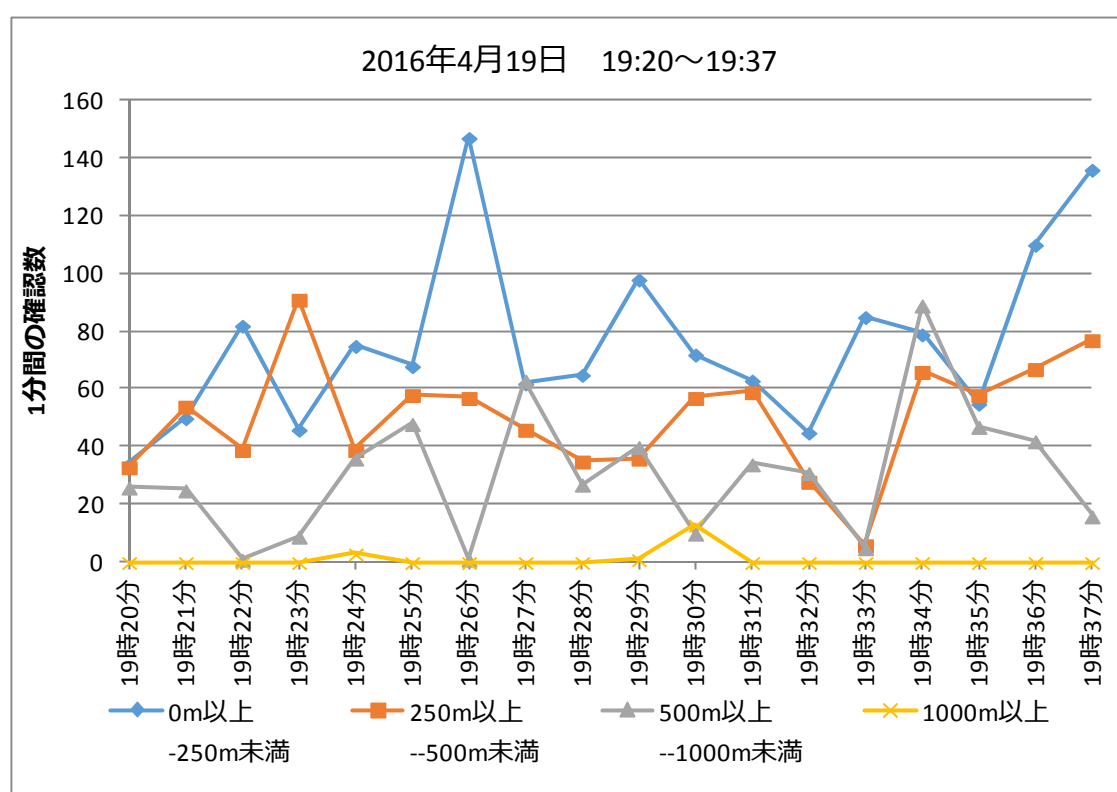


図 3-16 飛翔高度別確認数（旧サロベツ湿原センター跡地）

2) 大沼南側

大沼南側地点における鳥類の時間帯別の飛翔高度別平均確認数は、図 3-17 に示すとおりである。大沼南側地点においては、4 月 26 日・6:00～4 月 27 日・5:00 の 23 時間の調査を行ったが、4 月 26 日の 6:00～9:37 については、悪天候(降雪の電波反射)により、解析可能なデータが得られなかった。

確認数は全時間帯で高度 0m 以上-250m 未満の飛翔が多く、特に 9 時台、17～19 時台、4 時台の飛翔が多く観測された。

高度 250m 以上の飛翔は 10 時～16 時台及び 0 時台に少数が確認され、17 時以降の日没後にはほとんど確認されなかった。

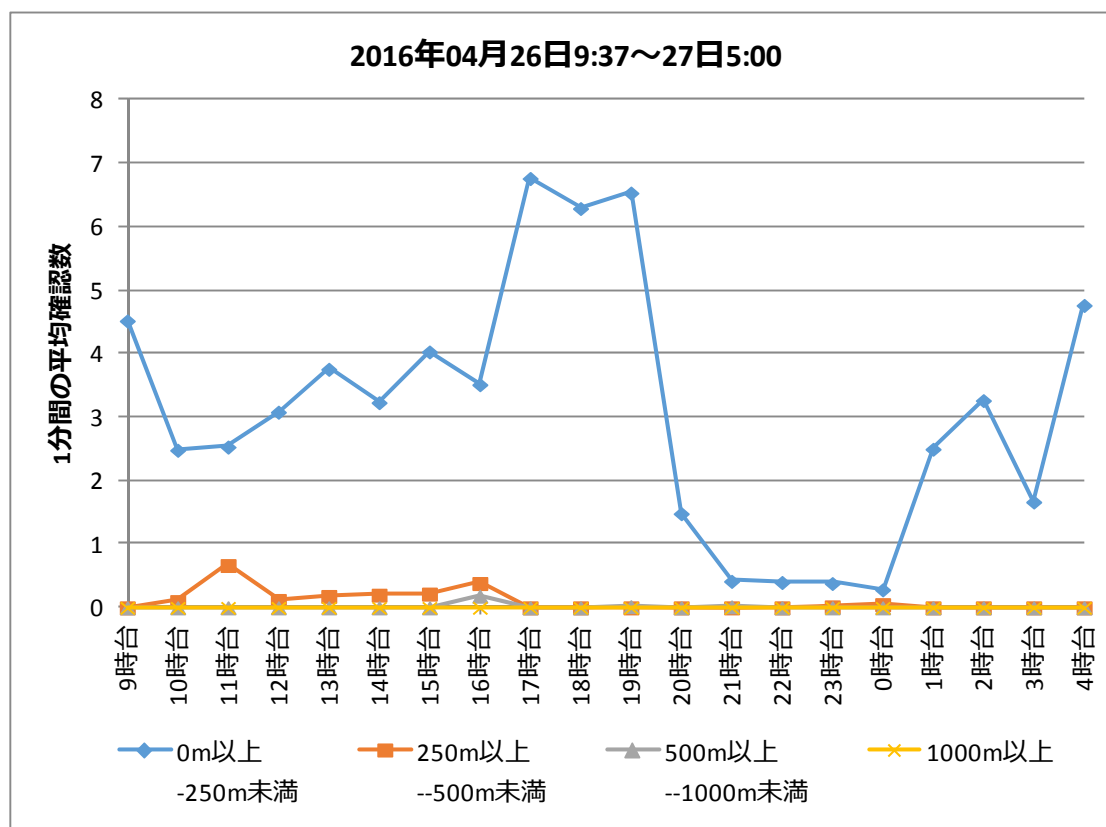


図 3-17 時間帯別の飛翔高度別平均確認数（大沼南側）

3-3 IC レコーダー調査結果

IC レコーダー調査によるガン類・ハクチョウ類の確認状況は、表 3-5 に示すとおりである。

第 1 回調査では、設置箇所 A・B で 18・22 時台にマガンの鳴き声が確認され、設置箇所 C において鳴き声は確認されなかった。第 2 回調査では、設置箇所 D・E で 21 時～翌 1 時台にオオハクチョウの鳴き声が確認され、4～5 時台にはマガン及びオオハクチョウの鳴き声が確認された。

18 時・4～5 時台はねぐら～餌採場間の移動個体を確認された可能性があるが、21～翌 1 時台は夜間に渡る個体を確認されたものと考えられる。

表 3-5 IC レコーダー調査によるガン類・ハクチョウ類確認状況

調査回	設置箇所	確認日時		種名
第 1 回 サロベツ 原野周辺	A	平成 28 年 4 月 18 日	18:16～18:28	マガン
			18:33～18:34	マガン
			18:37～18:39	マガン
			18:42～18:45	マガン
			22:23	マガン
			22:36	マガン
			22:39	マガン
	B	平成 28 年 4 月 18 日	18:34～18:36	マガン
			18:49～18:50	マガン
			18:53～18:54	マガン
	C	鳴き声の確認なし	-	-
第 2 回 大沼周辺	D	平成 28 年 4 月 25 日	21:02	オオハクチョウ
			21:09～21:11	オオハクチョウ
			21:25～21:26	オオハクチョウ
			22:19	オオハクチョウ
	E	平成 28 年 4 月 26 日	00:57～00:59	オオハクチョウ
			22:05	オオハクチョウ
			23:15～23:17	オオハクチョウ
		平成 28 年 4 月 27 日	1:07～1:08	オオハクチョウ
			1:09～1:10	オオハクチョウ
			1:10～1:11	オオハクチョウ
			4:28～ 4:30	マガン
			4:30～ 4:31	マガン
			4:41～ 4:42	マガン
			4:44～ 4:45	マガン
			4:49	オオハクチョウ
			4:52	オオハクチョウ
			4:59～ 5:01	マガン
			5:13～ 5:14	オオハクチョウ
			5:19～ 5:21	オオハクチョウ
			5:40～ 5:41	オオハクチョウ

3-4 ガン類のフライウェイに関する総合考察

3-4-1 飛翔ルート

北上方向（北・北東・北西）の飛翔軌跡の時間帯別の確認位置は、図 3-18 に示すとおりである。

渡り鳥の飛翔が含まれると想定される北上方向の飛翔軌跡が集中的に確認されたのは、ペンケ沼等サロベツ原野周辺、その西側海上、大沼周辺、サロベツ原野～大沼間の国道 40 号上空の東西を丘陵地に挟まれた範囲であり、目視・IC レコーダー調査によるガン類・ハクチョウ類の確認状況からも、これらの位置はガン類・ハクチョウ類を含む渡り鳥の春の主要な渡りルートであると考えられる。

大沼周辺では、国道 40 号上空を北上してくる軌跡のほか、国道の東側丘陵地上を北東方向に抜け、東方から回り込むように大沼に入る飛翔軌跡も確認された。目視調査により声問川上空を北上し大沼に南下するマガンが確認されたこと、IC レコーダー調査により声問川東側の地点 D においてオオハクチョウの鳴き声が確認されたことから、当該箇所もガン類・ハクチョウ類の渡りルートの一部であることが示唆される。

また、豊富町市街地の北東においても、北上する飛翔軌跡が多数確認された。当該箇所は、豊富市街地北側の尾根によりレーダー波が遮られ低高度の飛翔が確認されていない可能性があるが、確認された飛翔のルートより、サロベツ原野から丘陵地上空を北東方向に抜けた後、北上する渡りルートも存在するものと考えられる。

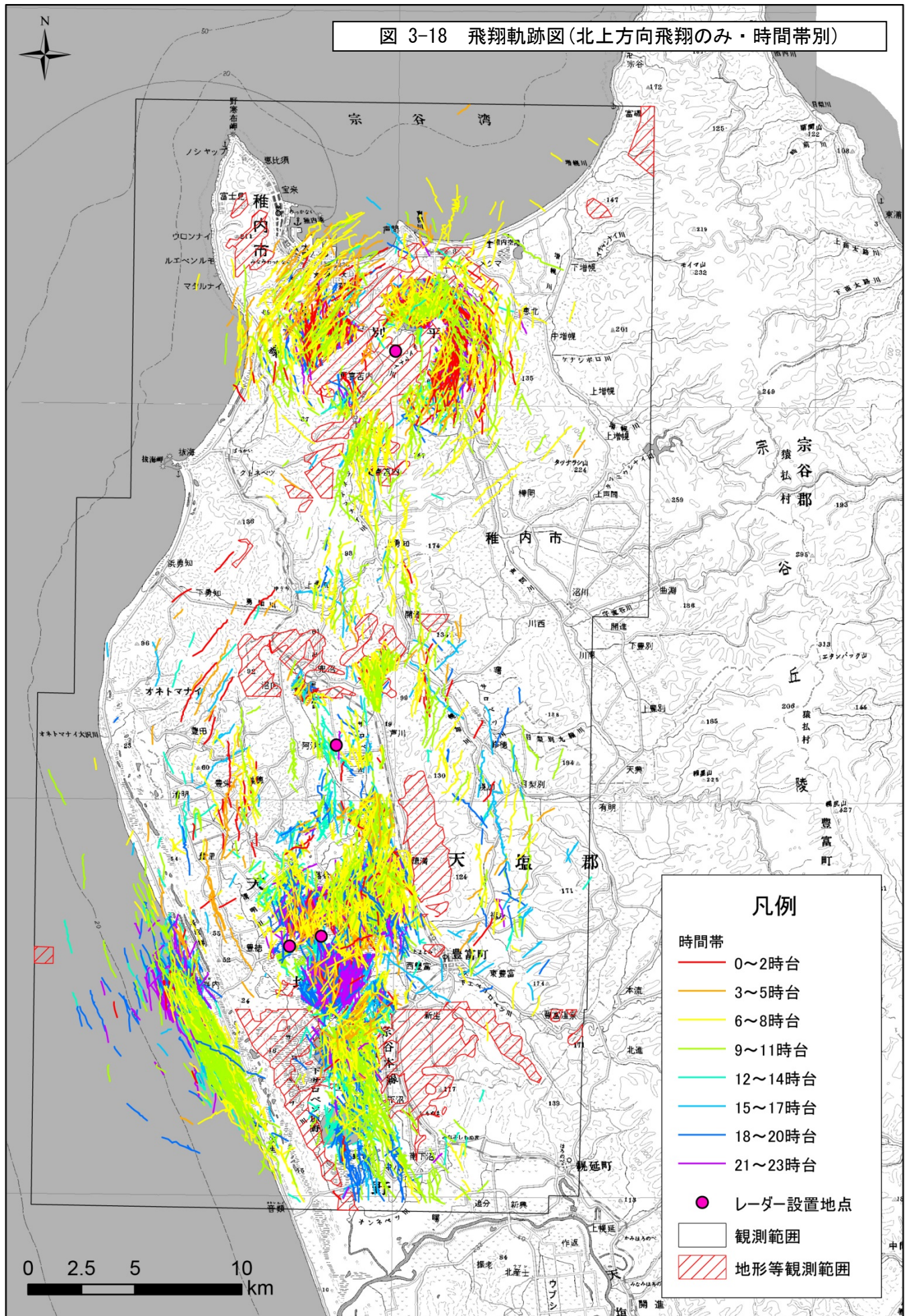
なお、サロベツ原野西側海上では、目視確認の結果、北上するガン類・ハクチョウ類は確認されなかったが、カモメ類・カモ類の群れが多数確認されており、確認軌跡の多くがこれら渡り鳥のものであると考えられる。

3-4-2 飛翔高度

一般的な風力発電機のブレード回転半径内の高度は、50～150m 程度である。本調査では、飛翔高度は 250m 単位の情報しか得られなかったが、ブレード回転半径内を含む高度 0m 以上-250m 未満の飛翔が多く確認されており、風力発電事業の影響予測においては留意が必要である。

大沼周辺ではサロベツ湿原センター周辺と比較して、高高度の飛翔が少ない傾向が見られた。水平方向調査の結果では、声問川上を北上してきた多くの軌跡が大沼上空で消失しており、また、目視調査の結果でも大沼に降下するガン類・ハクチョウ類が確認された。以上から、大沼周辺に北上してきた渡り鳥の群れの多くが大沼周辺で休息やねぐらを取るために飛翔高度を下げ、低高度を飛翔している可能性がある。

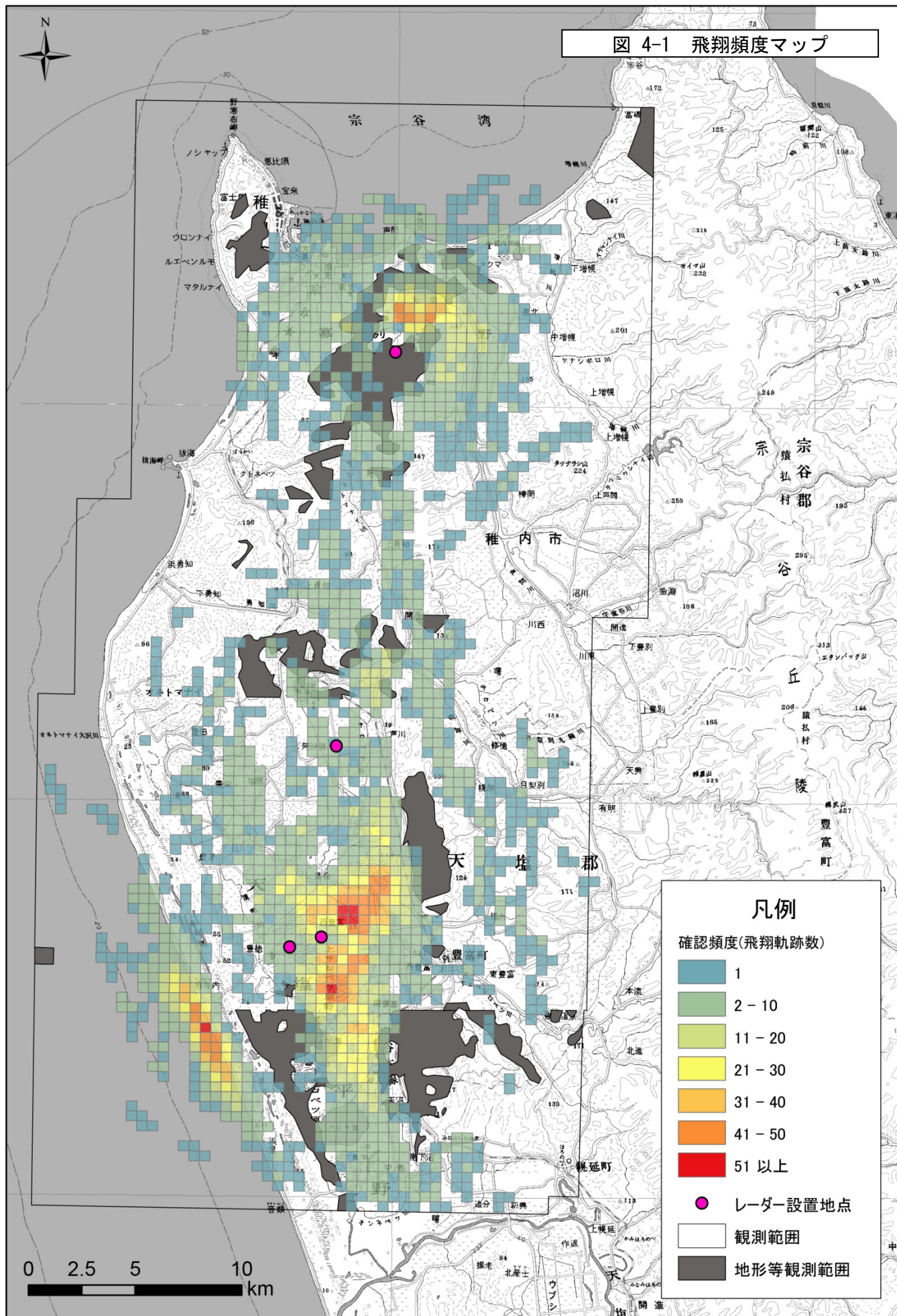
図 3-18 飛翔軌跡図(北上方向飛翔のみ・時間帯別)



4. 対象種の高利用頻度地域の抽出

調査結果を元に、ガン類の渡り時の飛翔ルートを含むと考えられる平均飛翔速度 80km/h 以上 120km/h 未満の飛翔軌跡を用い、対象種の飛翔頻度マップを作成した(図 4-1)。これより、パンケ沼北部から徳光の泥炭採掘跡地にかけて確認頻度が高く、特にサロベツ湿原センター付近の泥炭採掘跡地やサロベツ湿原センター北東の円山周辺の確認頻度が高かった。また、稚咲内の海岸沿いにおいても確認頻度が高く、目視確認の結果、海上を北方向へ移動するカモ類・カモメ類の群れが確認された。大沼から大沼東部にかけても確認頻度が高かった。

なお、本調査ではレーダーが地形等を観測し情報が得られていない箇所や尾根等に遮られ低高度の飛翔が取得できていない可能性のある箇所がある。よって、実際の飛翔頻度より確認頻度が少ない可能性もあるため、留意が必要である。



5. 船舶レーダーによる調査の有用性及び課題

本調査では、サロベツ原野・兜沼・大沼周辺における渡り鳥の春の渡り時期のフライウェイについて、その概要を把握することができた。

本調査により示された、レーダー調査の有用性（取得可能なデータ）は表 5-1 に、また課題と課題に対する調査手法の提案は表 5-2 に示すとおりである。

表 5-1 レーダー調査により取得可能なデータ

	取得可能データ
水平 方向回転	<ul style="list-style-type: none"> ・広域（24km 四方位程度）な範囲の鳥類の飛翔軌跡 ・同時に出現した複数の鳥類の群れの飛翔軌跡 ・目視調査では追えないような長距離飛翔の軌跡 ・目視調査では確認困難な夜間の鳥類の飛翔軌跡
垂直 方向回転	<ul style="list-style-type: none"> ・広域（水平方向に 3km 程度）な範囲の鳥類の飛翔高度 ・目視調査では確認困難な高精度の飛翔高度 ・同時に出現した複数の鳥類の飛翔高度 ・目視調査では確認困難な夜間の鳥類の飛翔高度

表 5-2 レーダー調査の課題と課題に対する調査手法の提案

項目	課題	課題に対する調査手法の提案
技術的 特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・水平、垂直方向回転でそれぞれ、飛翔方向または飛翔高度のどちらかしか取得できない ・水平・垂直方向回転ともに、レーダーのみでは種の同定と個体数の把握ができない 	<ul style="list-style-type: none"> ・レーダー調査時には複数の目視調査員（1 地点につき 2～3 名）を配置し、無線機等で連携することで、種の同定、個体数、飛翔箇所、飛翔高度等を確認する
	<ul style="list-style-type: none"> ・レーダー波が干渉するため、近傍で 2 台以上の同時運用が困難である 	<ul style="list-style-type: none"> ・水平、垂直方向回転の両方を実施する場合は、別工程とする
	<ul style="list-style-type: none"> ・垂直方向回転では、詳細な飛翔高度の確認のため観測レンジを狭めると、観測可能範囲（水平方向の観測可能距離）も狭くなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業実施区域の決定後等、狭い範囲の詳細な情報が必要な段階に適用する。
地形の 制約	<ul style="list-style-type: none"> ・水平方向回転では、設置箇所の地形条件により、地形が反射し飛翔軌跡を取得できない可能性がある ・山地・丘陵地等の障害物等で遮られた位置では、低高度の飛翔軌跡を取得できない可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・本調査前に予備調査を実施し、可能な限り地形反射や障害物等が少なく、飛翔軌跡が取得可能な調査地点を設定する ・1 地点で必要とする範囲を網羅できない場合は、複数地点での調査も検討する
天候の 制約	<ul style="list-style-type: none"> ・悪天候時はレーダー波が雨や雪、雲を反射し、飛翔軌跡を取得できない可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・可能な限り悪天候時の調査を避ける

6. 風力発電事業の環境影響評価手続きにおけるレーダー調査の適用性の評価

6-1 環境影響評価手続きの各段階における収集すべき情報及び調査手法の整理

風力発電事業の環境影響評価手続きにおいては、配慮書・方法書～評価書・報告書の各段階において、影響予測・配慮（環境保全措置）・評価すべき内容や精度が異なる。そのため、環境影響評価に必要な調査手法も各段階で異なってくる。したがって、本業務の調査対象種であるオオヒシクイ及びマガンの環境影響評価に必要な調査手法を検討する際にも、配慮書・方法書～評価書・報告書の段階毎に必要な調査手法を検討・とりまとめることが重要となる。

そこで、現地調査の結果、既存の調査・環境影響評価事例（オオヒシクイ及びマガンに関する調査報告書や論文、環境影響評価図書等）、「計画段階配慮手続に係る技術ガイド」（平成 25 年、環境省）、環境影響評価のマニュアル類（「鳥類等に関する風力発電施設立地適正化のための手引き」（平成 23 年 1 月、環境省自然環境局野生生物課 等））を参考に、手続きの段階毎にレーダー調査を含む調査手法（調査内容・方法・時期・範囲等）を立案し、調査精度及びコストを整理した。

レーダー調査については、「5. 船舶レーダーによる調査の有用性及び課題」における調査提案のとおり、課題に対する改善点を反映させた調査内容とした。なお、コスト概算額には調査により得られたデータの整理・解析等の費用を含むものとする。

検討結果の一覧は表 6-1 (1)～(3)に示すとおりである。

表 6-1 検討結果一覧 (1)

段階	収集すべき情報	調査方法	調査精度	概算年間コスト
配慮書 ～ 方法書	主要なねぐら・採餌場及び飛翔ルート等の位置	①既往資料収集整理 手法：資料収集整理および聞き取り 時期：期間は任意 調査対象：資料収集整理 20 件、聞き取り 5 件想定 調査範囲：24km 四方程度	低 (資料や聞き取り対象がない場合は実施不可)	150 万円
		②目視確認調査 手法：ねぐら、採餌場、飛翔ルートの目視による現地確認 時期：春・秋（1 ヶ年） 調査箇所数：9 地点 調査日数：3 日間/回 調査範囲：24km 四方程度	中	540 万円 (270 万円/回)
		③レーダー調査（水平方向回転） 手法：ねぐら、採餌場、飛翔ルートのレーダーによる現地確認 時期：春・秋（1 ヶ年） 調査箇所数：レーダー1 地点、移動定点 3 地点(日中のみ) 調査日数：3 日間/回 調査範囲：24km 四方程度	中 (夜間も把握可能)	480 万円 (240 万円/回)

表 6-1 検討結果一覧 (2)

段階	収集すべき情報	調査方法	調査精度	概算年間コスト
準備書 ～ 評価書	主要なねぐら・採餌場及び飛翔ルート等の位置、飛翔高度	①目視確認調査 手法：ねぐら、採餌場、飛翔ルート、飛翔高度の目視による現地確認 時期：春・秋（1 ヶ年） 調査箇所数：4 地点 調査日数：4 日間/回 調査範囲：6km 四方程度	中	320 万円 (160 万円/回)
		②レーダー調査（水平方向回転） 手法：ねぐら、採餌場、飛翔ルートのレーダーによる現地確認 時期：春・秋（1 ヶ年） 調査箇所数：レーダー1 地点、移動定点 3 地点(日中のみ) 調査日数：4 日間/回 調査範囲：6km 四方程度	中 (夜間も把握可能)	640 万円 (320 万円/回)
		【①または②と併せての実施】 ③レーダー調査（垂直方向回転） 手法：飛翔高度のレーダーによる現地確認 時期：春・秋（1 ヶ年） 調査箇所数：レーダー1 地点、移動定点 2 地点(日中のみ) 調査日数：4 日間/回 調査範囲：6km 四方程度	高 (夜間も把握可能)	560 万円 (280 万円/回)

表 6-1 検討結果一覧 (3)

段階	収集すべき情報	調査方法	調査精度	概算年間コスト
報告書	影響及び対策等の状況	①目視確認調査 手法：ねぐら、採餌場、飛翔ルート、 飛翔高度の目視による現地確認 時期：春・秋（供用後数年） 調査箇所数：4 地点 調査日数：4 日間/回 調査範囲：6km 四方位程度	中	320 万円 (160 万円/回)
		②レーダー調査（水平方向回転） 手法：ねぐら、採餌場、飛翔ルート のレーダーによる現地確認 時期：春・秋（供用後数年） 調査箇所数：レーダー1 地点、移動 定点 3 地点(日中のみ) 調査日数：4 日間/回 調査範囲：6km 四方位程度	中 (夜間も把握可能)	640 万円 (320 万円/回)
		【①または②と併せての実施】 ③レーダー調査（垂直方向回転） 手法：飛翔高度のレーダーによる現 地確認 時期：春・秋（供用後数年） 調査箇所数：レーダー1 地点、移動 定点 2 地点(日中のみ) 調査日数：4 日間/回 調査範囲：6km 四方位程度	高 (夜間も把握可能)	560 万円 (280 万円/回)

6-2 環境影響評価手続きの各段階におけるレーダー調査の適用性の評価

環境影響評価手続きの各段階における収集すべき情報及び調査手法の整理結果に基づき、各予測評価の段階における船舶レーダー調査の適用性を検討した。

事業想定区域における渡り鳥の生息状況等の広域かつ概略的な情報を必要とする配慮書～方法書作成段階においては、水平方向回転による調査は経済性が優れており適用性が高いと考えられる。

事業実施予定区域の詳細なフライウェイ等の小地域かつ詳細な情報を必要とする準備書～報告書段階においては、水平・垂直方向回転による調査ともに調査精度面で優れているが、目視調査と比較してコストが高いため、必要とする情報の質と量を勘案した上で調査の適用及び、実施する場合の数量等の検討が必要である。

なお、水平・垂直回転の両手法ともに、目視調査では確認が困難な夜間の情報が取得できることが大きな利点である。準備書～報告書作成段階においては、日中は目視調査、夜間はレーダー調査を実施する等、調査手法を組み合わせることで、調査精度の向上とコスト削減の両立が可能であるものと考えられる。

表 6-2 環境影響評価の各段階におけるレーダー調査の適用性評価

段階	要求 レベル	他手法との比較				適用性評価	
		調査精度		経済性			
		ねぐら、 餌採場、 ルート (水平回転)	飛翔高度 (垂直回転)	ねぐら、 餌採場、 ルート (水平回転)	飛翔高度 (垂直回転)	ねぐら、 餌採場、 ルート (水平回転)	飛翔高度 (垂直回転)
配慮書 ～ 方法書	広域 ・概略	○ 目視と同程 度、夜間に 適用可能	—	◎ 目視より コスト低	—	◎	—
準備書 ～ 評価書 ・ 報告書	小地域 ・詳細	○ 目視と同程 度、夜間に 適用可能	◎ 目視より 精度高	△ 目視より コスト高	△ 目視より コスト高	○	○

7. 今後の調査提案

本調査結果及び手法上の課題、改善点等を踏まえた、サロベツ原野における今後の調査計画を立案した。

本調査では、サロベツ原野におけるガン類の春の渡り時期のフライウェイについて、概要を把握することができた。しかし、レーダーが地形等を観測し情報が得られなかった箇所や、調査範囲東側の声問川上空周辺等、地形等に遮られ情報が得られなかった可能性のある箇所が存在する。周辺地域における風力発電施設計画が、これらの鳥類の渡りのルートに及ぼす影響を予測評価するためには、フライウェイに関するより詳細な情報の取得が必要であると考えられる。

また、春と秋の渡りでは利用するねぐら・採餌場やフライウェイが異なる可能性があり、秋の渡り時期における生息状況の把握も必要であると考えられる。

以上を踏まえ、サロベツ原野における渡り鳥のフライウェイの把握を目的とした今後の調査を以下のとおり提案する。

目的：サロベツ地区における渡り鳥の春及び秋のフライウェイ（ルート・高度）の把握。

方法：船舶レーダーによる調査（1 地点につき水平・垂直回転を各 2 日間）。

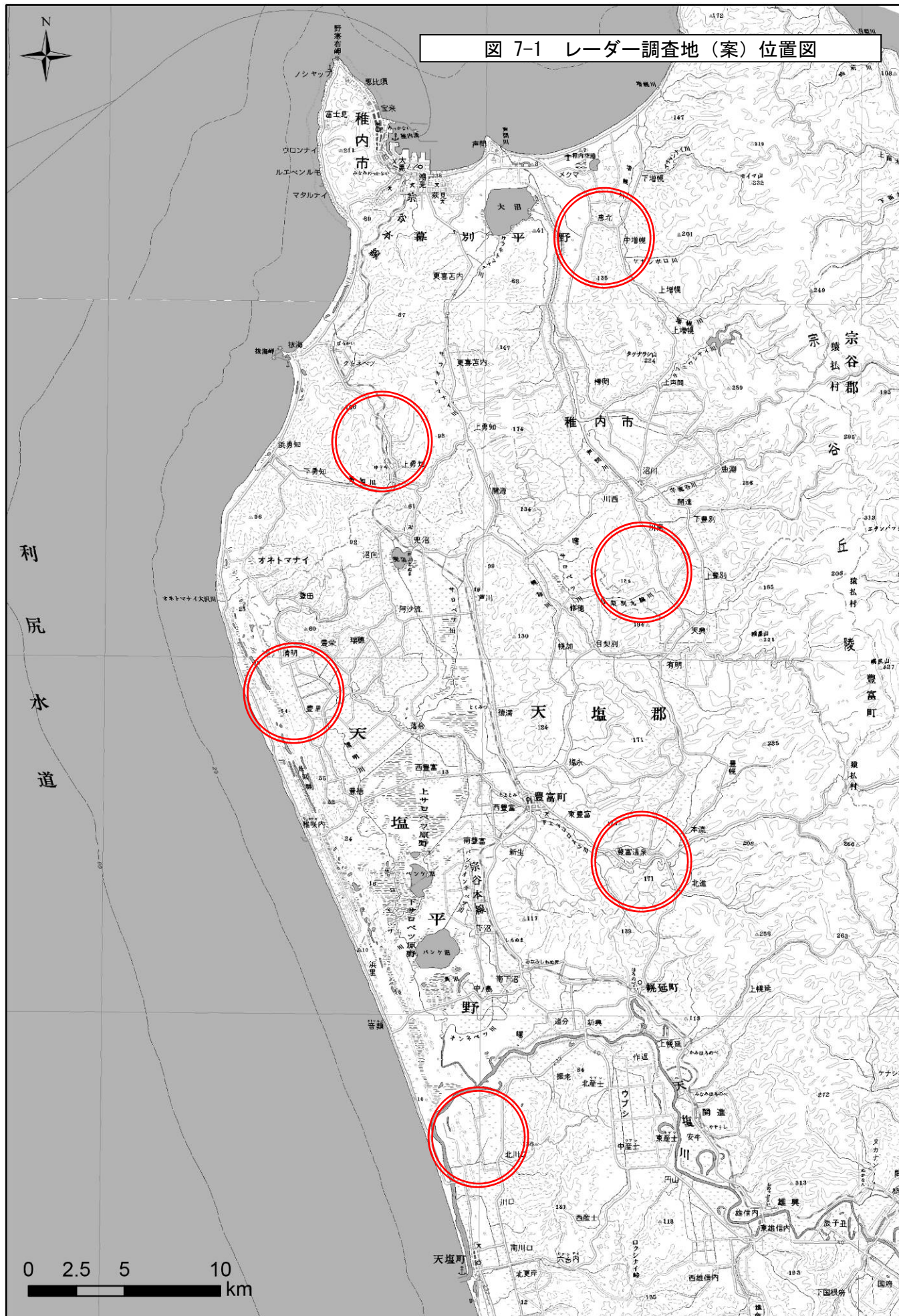
日中は目視調査員 2～3 名/箇所を配置。

夜間は必要に応じて IC レコーダーを設置・録音する。

箇所：6 箇所（図 7-1 参照、詳細な地点は、予備調査により決定する。）

時期：当該地域のガン類の春季の渡りのピーク時期にあたる 4 月～5 月上旬及び秋の渡りのピーク時期にあたる 9 月下旬～10 月。

※本調査に先立ち、複数の実施候補地において予備調査を行い、可能な限り地形等の観測が少なく、飛翔軌跡の取得範囲が広い地点を選定する。地点によっては、地権者等への許可申請・届出等が必要となる場合があるため、本調査まで十分な期間を持って実施する。また、冬季は積雪等により地点へのアクセスが不可能な場合があるため、非積雪期に実施する。



リサイクル適性の表示：印刷用の紙にリサイクルできます

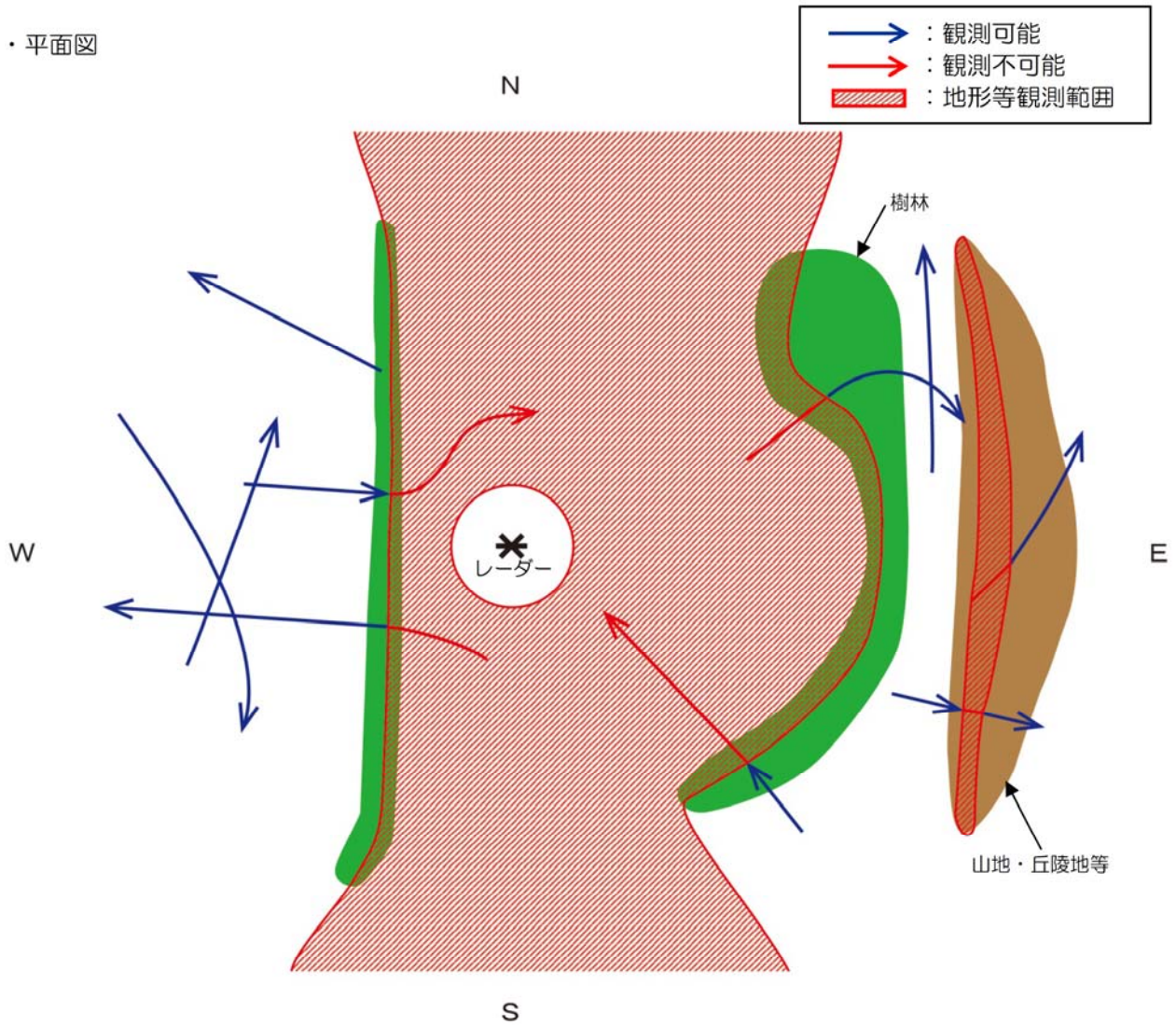
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料[A ランク]のみを用いて作成しています。

【資料編】

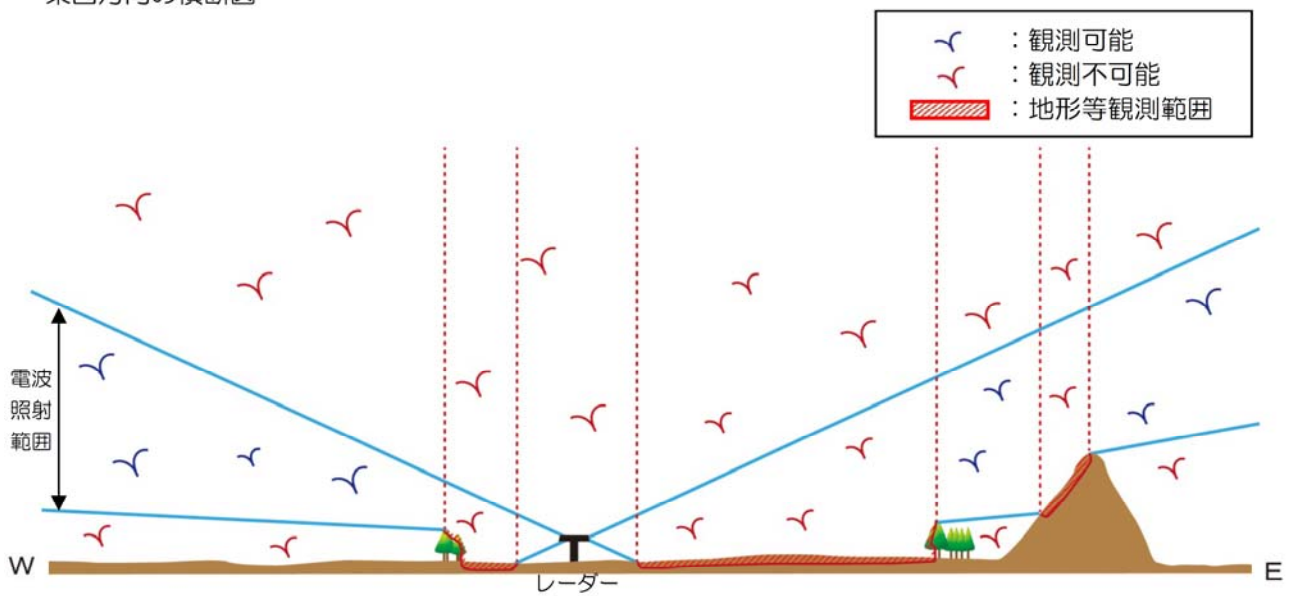
- ・ レーダー調査観測範囲 概念図

【水平方向回転調査】

・平面図

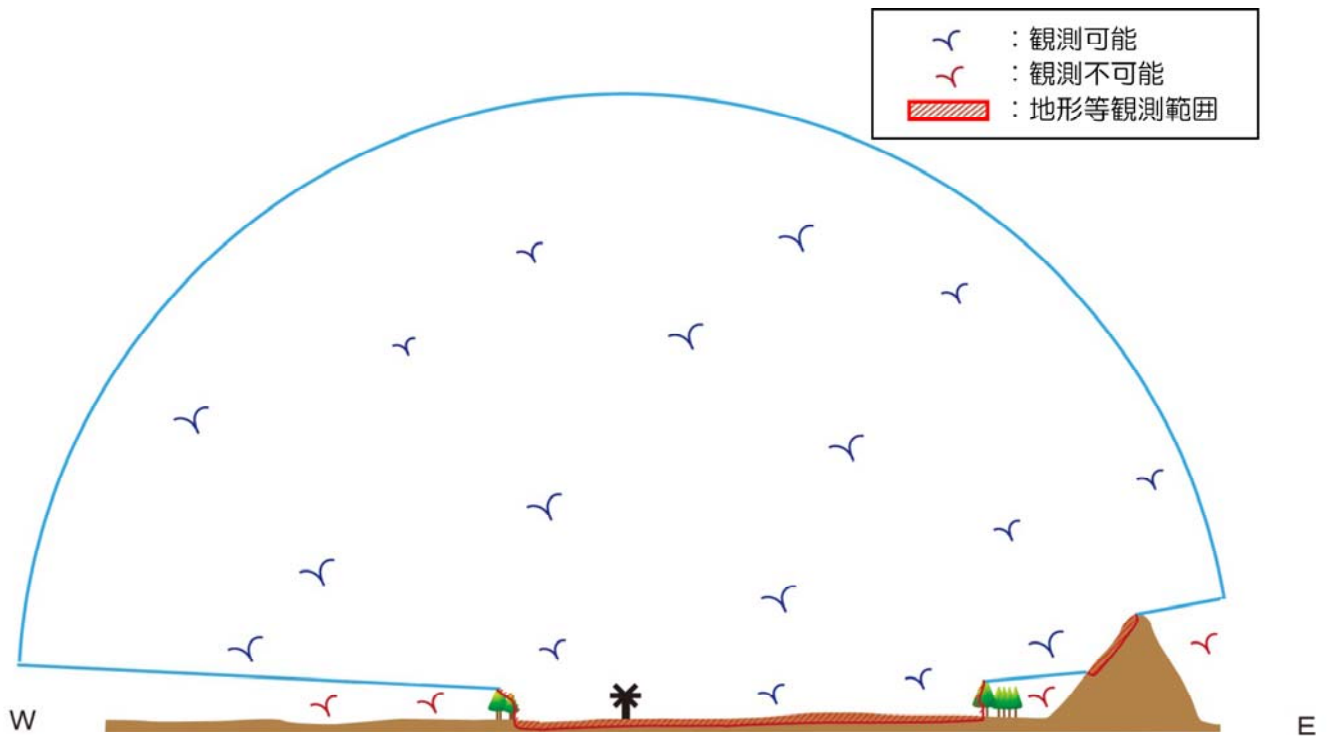


・東西方向の横断図



【垂直方向回転調査】

・東西方向の横断図



・南北方向の横断図

