

大震災を踏まえた防災・減災に関する調査研究
ー再生可能エネルギーと防災拠点ー

平成 25 年 11 月

八戸市都市研究検討会

大震災を踏まえた防災・減災に関する調査研究プロジェクトチーム

目 次

はじめに—研究の背景と課題の限定	1
第1章 防災拠点とは何か	2
I 八戸市の防災拠点	
1 防災拠点とは何か	
2 八戸市における防災拠点の布置状況	
第2章 再生可能エネルギーと防災拠点	7
I 防災拠点として具備すべき条件	
1 防災拠点が果たすべき役割	
2 防災拠点に備蓄すべきもの	
3 再生可能エネルギー導入に際して防災拠点として具備すべき条件	
II 再生可能エネルギーを導入する場合の条件	
1 必要エネルギー総量	
(1) 一拠点に集まる人数	
(2) エネルギーの使用目的	
(3) 一拠点当りの必要エネルギー総量の試算	
2 エネルギーネットワーク	
(1) 送電方法	
(2) 燃料貯蓄・運搬方法	
(3) 情報ネットワーク	
3 エネルギー生産および蓄電	
(1) 再生可能エネルギー	
(2) 蓄電方法	
(3) 化石燃料	
4 防災拠点用エネルギー生産に対応した研究開発	
(1) 太陽光発電	
(2) バイオマスエネルギー	
(3) 小水力発電	
第3章 防災拠点への再生可能エネルギー導入に関する提言	33
<補論>	34
おわりに	47
参考資料	48

大震災を踏まえた防災・減災に関する調査研究－再生可能エネルギーと防災拠点

はじめに―研究の背景と課題の限定

本稿は、都市研究検討会により提起された「大震災を踏まえた防災・減災に関する調査研究－再生可能エネルギーと防災拠点」の最終報告である。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災（以下、大震災、という）は八戸市に次のような被害を及ぼした。

表 0

人的被害	死者 1 人 行方不明者 1 人
被害総額	1,213 億円
内訳	
建物被害（家屋等）	28 億円
商工関係（臨海部の企業群等）	567 億円
農林関係（水田、イチゴ栽培用パイプハウス等）	15 億円
水産関係（漁船、魚市場施設等）	168 億円
観光関係（種差海岸遊歩道等）	2 億円
社会福祉関係（保育園等）	2 億円
建設関係（八太郎北防波堤ほか港湾施設）	413 億円
文化教育関係（小中学校、給食センター等）	3 億円
その他の公共施設等（環境クリーンセンター等）	15 億円
半壊以上の家屋被害	2,024 棟
うち住家被害 計	878 棟
内訳 全壊	254 棟
大規模半壊・半壊	624 棟

出典）八戸市資料

発災当日、15 時 5 分には沿岸部住民（12,859 世帯、29,857 人）に対し、避難指示が発せられ、同時刻、25 か所の避難所開設が指示された。最終的には、最大避難所数 69 か所、最大避難者数 9,257 人となった。

大震災により、各家庭や防災拠点（避難所）における（電気）エネルギー確保が重要な課題であることが明らかとなった。

これについては復興の過程において、既存のエネルギーに加えて、再生可能エネルギーの導入が活発に検討されている。特に地域の防災拠点への再生可能エネルギー導入は必須の課題である。

本研究では、庁舎、学校、医療機関、公民館などの防災拠点に太陽光や風力等の再生可能エネルギーや蓄電池を導入して、防災拠点としての整備条件を検討することを目的とする。

その際、東日本大震災級の地震が発災し、1 週間にわたり、防災拠点一か所あたり 400 ないし 500 人を収容することを前提として研究を進めていく。

第1章 防災拠点とは何か

I 八戸市の防災拠点の確認

1 防災拠点とは何か

防災拠点は、平常時には防災に関する研修や訓練の場や地域住民の憩いの場などとなり、災害時には防災活動のベースキャンプや住民の避難地となるもので、通常、その役割と規模に応じコミュニティ防災拠点、地域防災拠点、広域防災拠点の3つの種類が考えられる。

(1) コミュニティ防災拠点

町内会や自治会の単位で設置されるもので、地区の集会所を兼ねたコミュニティ防災センターと児童公園レベルのオープンスペースで構成される。

(2) 地域防災拠点

災害時に市町村等の現地活動拠点や中短期の避難活動が可能な避難地、あるいはコミュニティ防災拠点を補完する機能が期待される、小中学校区単位もしくはそれらを包括する規模で設置されるもの。

(3) 広域防災拠点

広域防災拠点は、災害時に広域応援のベースキャンプや物資の流通配給基地等に活用されるもので、概ね都道府県により、その管轄区域内に1箇所ないし数箇所設置されるものである。（広域防災拠点が果たすべき消防防災機能のあり方に関する調査検討会『広域防災拠点が果たすべき消防防災機能のあり方に関する調査検討会報告書』平成15年3月、総務省消防庁）

本研究においては、主としてコミュニティ防災拠点を念頭に置いた研究を進める。

また、消防庁『防災拠点となる公共施設等の耐震化推進状況調査報告書』（平成23年12月）によれば、「地方公共団体が所有又は、管理している公共施設等（公共用及び公用の建物：非木造の2階建以上又は延床面積200㎡以上の建築物）のうち災害応急対策を実施するに当たり拠点（防災拠点）となる施設を下記のように分類している。

表1

区 分	防災拠点と位置づける施設
①社会福祉施設	全ての施設
②文教施設（校舎、体育館）	避難場所に指定している施設
③庁舎	災害応急対策の実施拠点となる施設
④県民会館・公民館等	避難場所に指定している施設
⑤体育館	避難場所に指定している施設
⑥診療施設	地域防災計画に医療救護施設として位置づけられている施設
⑦警察本部、警察署等	全ての施設
⑧消防本部、消防署等	全ての施設
⑨公営住宅等	なし
⑩職員公舎	なし
⑪その他	避難場所に指定している施設

2 八戸市における地域防災拠点（避難所）の布置状況

八戸における地域防災拠点（避難所）の布置状況は以下のとおりである。

八戸市指定避難所一覧

○小学校

表 2-1

番号	名称	住所	屋内運動場 面積（㎡）	一時収容 可能人数	標高 （m）	備考
1	八戸小学校	八戸市大字売市字小待150	836	410	7.3	
2	城下小学校	八戸市 城下4-3-42	836	410	6.4	
3	吹上小学校	八戸市 吹上1-14-36	1,177	580	18.3	
4	長者小学校	八戸市 長者3-2-1	1,248	620	22.5	
5	岡南小学校	八戸市 大字糠塚字大開4-1	980	490	92.8	
6	中居林小学校	八戸市 大字石手洗字一本木29	708	350	68.4	
7	柏崎小学校	八戸市 青葉2-7-1	1,398	690	4.0	
8	小中野小学校	八戸市 小中野5-2-17	992	490	3.7	
9	江陽小学校	八戸市 江陽5-9-24	980	490	3.3	
10	湊小学校	八戸市 大字湊町字中道7-1	1,200	600	23.7	
11	青潮小学校	八戸市 大字湊町字鯨ノ口23-4	1,248	620	32.6	
12	白銀小学校	八戸市 大字白銀町字大久保道1-1	1,221	610	18.2	
13	白鷗小学校	八戸市 大字白銀町字中平13-3	1,245	620	27.2	
14	白銀南小学校	八戸市 大字大久保字鷹待場38-2	1,248	620	42.5	
15	町畑小学校	八戸市 大字大久保字下町畑29-2	980	490	65.3	
16	美保野小学校	八戸市 大字美保野2	501	250	110.0	
17	鯨小学校	八戸市 大字鯨町字上手代森19	860	430	26.0	
18	種差小学校	八戸市 大字鯨町字赤コウ55-59	825	410	34.4	
19	大久喜小学校	八戸市 大字鯨町字大作平44-29	826	410	16.0	
20	金浜小学校	八戸市 大字金浜字外ノ久保43-3	645	320	62.0	
21	根城小学校	八戸市 根城4-22-27	1,248	620	25.1	
22	白山台小学校	八戸市 東白山台2-31-1	1,063	530	90.4	
23	江南小学校	八戸市 根城9-22-50	980	490	7.4	
24	田面木小学校	八戸市 大字田面木字山道下タ13-2	980	490	26.5	
25	下長小学校	八戸市 大字長苗代字太古殿1-1	980	490	4.6	
26	城北小学校	八戸市 石堂1-22-6	980	490	4.1	
27	高館小学校	八戸市 大字河原木字小田56-16	1,089	540	41.5	
28	根岸小学校	八戸市 日計5-8-1	1,308	650	4.9	
29	日計ヶ丘小学校	八戸市 大字河原木字日計上11-1	1,062	530	34.3	
30	是川小学校	八戸市 是川4-1	1,198	590	44.6	
31	是川東小学校	八戸市 大字是川字街道端1-4	429	210	151.0	
32	三条小学校	八戸市 大字尻内町字三条目4-4	917	450	10.5	
33	西園小学校	八戸市 大字尻内町字嶋田24-1	1,092	540	8.3	
34	明治小学校	八戸市 大字八幡字館ノ下12-2	699	340	16.2	
35	桔梗野小学校	八戸市 大字市川町字尻引前山31-2	980	490	40.8	
36	森木小学校	八戸市 大字市川町字和野22-4	825	410	7.7	
37	多賀小学校	八戸市 大字市川町字古館30-1	708	350	5.8	
38	多賀台小学校	八戸市 多賀台3-9	707	350	31.8	
39	豊崎小学校	八戸市 大字豊崎町字下永福寺12-3	634	310	20.0	
40	新井田小学校	八戸市 大字新井田字館平20	1,200	600	38.3	
41	松館小学校	八戸市 大字松館字門前6-2	708	350	22.9	
42	旭ヶ丘小学校	八戸市 旭ヶ丘1-1-6	1,242	620	66.0	
43	市野沢小学校	八戸市 南郷区大字市野沢字石窪32-10	888	440	228.0	
44	中野小学校	八戸市 南郷区大字中野字ハツ役5-1	799	390	191.0	
45	鳩田小学校	八戸市 南郷区大字大森字鳩田向14	814	407	233.0	
46	島守小学校	八戸市 南郷区大字島守字小平15-1	864	430	65.0	
47	田代小・中学校	八戸市 南郷区大字島守字赤羽6-25	916	450	233.0	

○中学校

表 2-2

番号	名称	住所	屋内運動場 面積（㎡）	一時収容 可能人数	標高 （m）	備考
48	第一中学校	八戸市 吹上2-17-1	1,451	720	13.7	
49	第二中学校	八戸市 大字売市字小待62	1,227	610	7.2	
50	第三中学校	八戸市 青葉3-13-36	765	380	4.9	
51	長者中学校	八戸市 大字沢里字休場28-1	1,384	690	89.4	
52	小中野中学校	八戸市 小中野3-9-26	1,237	610	4.0	
53	江陽中学校	八戸市 江陽1-1-33	1,237	610	5.7	
54	湊中学校	八戸市 大字白銀町字右新井田道13-2	1,300	650	25.4	
55	白銀中学校	八戸市 大字白銀町字栗沢道38	1,000	500	47.0	
56	白銀南中学校	八戸市 大字大久保字生平1	1,223	610	42.0	
57	鮫中学校	八戸市 大字鮫町字古馬屋23-5	1,000	500	66.0	
58	南浜中学校	八戸市 大字鮫町字猪越15-2	713	350	20.0	
59	根城中学校	八戸市 根城5-11-42	1,300	650	25.9	
60	白山台中学校	八戸市 西白山台3-24-1	1,708	510	91.2	
61	下長中学校	八戸市 大字河原木字河原木後77-2	1,347	670	3.9	
62	北稜中学校	八戸市 大字河原木字八太郎山10-139	1,027	510	33.4	
63	是川中学校	八戸市 大字是川字細越河原3-1	1,027	510	12.8	
64	三条中学校	八戸市 大字尻内町字中根市2	881	440	10.7	
65	明治中学校	八戸市 大字八幡字上ミ沢23-1	600	300	46.6	
66	市川中学校	八戸市 大字市川町字赤畑34-2	1,300	650	7.3	
67	豊崎中学校	八戸市 大字豊崎町字上七崎1-1	765	380	27.1	
68	大館中学校	八戸市 大字新井田字市子林17-1	1,300	650	27.1	
69	東中学校	八戸市 湊高台2-14-8	1,355	670	47.0	
70	中沢中学校	八戸市 南郷区大字市野沢字黄檗7	840	420	220.0	
71	島守中学校	八戸市 南郷区大字島守字馬場37	880	440	51.0	

○地区公民館

表 2-3

番号	名称	住所	利用可能 面積（㎡）	一時収容 可能人数	標高 （m）	備考
72	小中野公民館	八戸市 小中野5-2-17	447	220	3.7	
73	白銀公民館	八戸市 白銀3-2-14	425	210	20.9	
74	鮫公民館	八戸市 大字鮫町字住吉町14-1	452	220	13.3	
75	上長公民館	八戸市 一番町1-4-1	399	190	7.1	
76	柏崎公民館	八戸市 柏崎3-13-5	445	220	12.0	
77	大館公民館	八戸市 大字新井田字常光田17-1	397	190	18.4	
78	下長公民館	八戸市 下長1-4-9	290	140	3.6	
79	吹上公民館	八戸市 吹上3-17-3	357	170	22.6	
80	湊公民館	八戸市 大字湊町字中道64-7	362	180	24.1	
81	是川公民館	八戸市 大字是川字東前田3-11	327	160	13.2	
82	館公民館	八戸市 大字八幡字下陣屋40-1	300	150	14.0	
83	根城公民館	八戸市 根城3-11-22	405	200	24.3	
84	三八城公民館	八戸市 城下3-1-17	419	200	7.2	
85	江陽公民館	八戸市 江陽2-18-34	334	160	2.6	
86	長者公民館	八戸市 大字糠塚字下道2-1	448	220	18.7	
87	田面木公民館	八戸市 大字田面木字上野道下タ30-1	339	160	21.3	
88	市川公民館	八戸市 大字市川町字赤畑19-2	276	130	8.8	
89	南浜公民館	八戸市 大字鮫町字棚久保14-48	304	150	10.0	
90	根岸公民館	八戸市 高州2-23-19	400	200	4.1	
91	白銀南公民館	八戸市 大字大久保字行人坂36-6	382	190	44.1	
92	東公民館	八戸市 大字新井田字八森平7-67	354	170	46.0	
93	白山台公民館	八戸市 北白山台5-2-5	472	230	90.0	
94	農村環境改善センター瑞豊館	八戸市 大字豊崎町字下永福寺130-1	555	270	17.0	
95	南郷公民館	八戸市 南郷区大字市野沢字黒坂7-2	1,113	550	230.0	
96	南郷公民館中野分館	八戸市 南郷区大字中野字樋河ノ上1	288	140	182.0	
97	南郷公民館緑分館	八戸市 南郷区大字島守字馳下リ14-1	455	220	228.0	

○その他

表 2-4

番号	名称	住所	利用可能 面積 (㎡)	一時収容 可能人数	標高 (m)	備考
98	島守コミュニティセンター	八戸市 南郷区大字島守字小山田8	1,489	740	50.0	
99	八戸市公会堂	八戸市 内丸1-1-1	515	250	18.4	
100	八戸市公民館	八戸市 内丸1-1-1	641	320	18.4	
101	文化教養センター南部会館	八戸市 内丸3-3-6	62	30	17.4	
102	八戸市体育館	八戸市 大字売市字興遊下3	1,584	790	10.4	
103	八戸市東体育館	八戸市 湊高台8-1-1	1,638	810	56.0	
104	南部山健康運動センター体育館	八戸市 大字河原木字蝦夷館3-6	1,600	800	21.4	
105	八戸市屋内トレーニングセンター	八戸市 大字河原木字谷地田4	3,300	1,650	5.3	
106	南郷体育館	八戸市 南郷区大字市野沢字中市野沢44-10	1,363	680	230.0	
107	八戸ポータルミュージアム（はっち）	八戸市 大字三日町11-1	350	170	17.2	一時的使用
108	八戸シーガルビューホテル	八戸市 大字鮫町字小舟渡平9-19	839	410	38.4	
109	農村婦人の家	八戸市 南郷区大字島守字番屋4-1	161	80	230.0	
110	鳩田農業研修センター	八戸市 南郷区大字大森字鳩田向21-2	230	110	230.0	
111	泉清水集会所	八戸市 南郷区大字泉清水字浜渡45-16	92	40	220.0	
112	八戸市農業経営振興センター	八戸市 大字尻内町字毛合清水29	135	60	82.6	
113	福祉公民館	八戸市 類家4-3-1	221	110	4.5	
114	根城コミュニティセンター	八戸市 売市4-7-6	311	150	19.9	
115	旭ヶ丘会館	八戸市 旭ヶ丘1-1-19	333	160	60.0	
116	中居林コミュニティセンター	八戸市 大字中居林字綿ノ端13-13	315	150	25.7	
117	老人いこいの家臥牛荘	八戸市 大字新井田字八森平7-1	145	70	46.0	
118	福祉体育館	八戸市 類家4-3-1	1,119	550	4.5	
119	八戸植物公園	八戸市 大字十日市字天摩33	264	130	53.7	
120	旧番屋小学校	八戸市 大字是川字番屋3-8	500	250	170.0	
121	勤労青少年ホーム	八戸市 沼館2-13-20	144	70	4.2	
122	総合教育センター	八戸市 諏訪1-2-41	291	145	3.4	
123	県立八戸盲学校・八戸聾学校	八戸市 柏崎6-29-24	819	400	5.3	一時的使用
124	独立行政法人国立高等専門学校機構 八戸工業高等専門学校	八戸市 大字田面木字上野平16-1	1,712	850	55.4	一時的使用
125	県立八戸工科学院	八戸市 桔梗野工業団地2-5-30	763	380	12.5	
126	県立八戸東高等学校	八戸市 類家一丁目4-47	1,099	540	15.4	一時的使用
127	県立八戸高等学校	八戸市 長者四丁目4-1	1,236	610	34.7	一時的使用

出典) 八戸市資料より

なお、平成 25 年 3 月現在、浸水する可能性のある避難所として次の各避難所があげられている。

表 2-5

浸水する指定避難所

No.	避難所名	住所	津波避難所
1	多賀小学校	八戸市大字市川町字古館30-1	○
2	市川中学校	八戸市大字市川町字赤畑34-2	
3	市川公民館	八戸市大字市川町字赤畑19-2	
4	轟木小学校	八戸市大字市川町字和野22-4	
5	根岸小学校	八戸市日計五丁目8-1	○
6	根岸公民館	八戸市高洲二丁目23-19	○
7	城北小学校	八戸市石堂一丁目22-6	○
8	屋内トレーニングセンター	八戸市大字河原木字谷地田4	
9	下長中学校	八戸市大字河原木字河原木後77-2	
10	下長公民館	八戸市下長一丁目4-9	
11	下長小学校	八戸市大字長苗代字太古殿1-1	
12	八戸市勤労青少年ホーム	八戸市沼館二丁目13-20	
13	城下小学校	八戸市城下四丁目3-42	○
14	三八城公民館	八戸市城下三丁目1-17	○
15	第二中学校	八戸市大字売市字小待62	○
16	八戸小学校	八戸市大字売市字小待150	○
17	江陽公民館	八戸市江陽二丁目18-34	
18	江陽小学校	八戸市江陽五丁目9-24	
19	江陽中学校	八戸市江陽一丁目1-33	○
20	県立八戸聾学校・八戸聾学校	八戸市柏崎六丁目29-24	
21	小中野小学校	八戸市小中野五丁目2-17	
22	小中野公民館	八戸市小中野五丁目2-17	
23	小中野中学校	八戸市小中野三丁目9-26	○
24	八戸市総合教育センター	八戸市諏訪一丁目2-17	
25	柏崎小学校	八戸市青葉二丁目7-1	
26	第三中学校	八戸市青葉三丁目13-36	○
27	福祉公民館	八戸市類家四丁目3-1	
28	福祉体育館	八戸市類家四丁目3-1	
29	南浜公民館	八戸市大字鮫町字棚久保14-48	
30	南浜中学校	八戸市大字鮫町字子猪越15-2	○
31	大久喜小学校	八戸市大字鮫町字大作平44-29	

※指定避難所は31箇所

※津波避難所は12箇所

第2章 再生可能エネルギーと防災拠点

第2章では、被災時における防災拠点の果たすべき役割をもとに必要な設備とエネルギーに関して考察する。まず、Ⅰでは、防災拠点が果たす役割、そこに備蓄すべきもの及び各自治体で策定されている防災計画に基づき、必要とされる備蓄品および再生可能エネルギーの導入について調査・検討した現実的な結果を記述している。Ⅱでは、3.11 震災時の八戸市のデータをもとに、ひとつのモデルケースを設定し、必要とされるエネルギー量の見積りとその供給方法について様々な再生可能エネルギーのメリット・デメリットをあわせて記述している。

Ⅰ 防災拠点として具備すべき条件

1 防災拠点が果たすべき役割

防災拠点として果たすべく期待される役割は次のようなものである。

第一に、人命救助用防災資機材などの備蓄場所、第二に食料、水、救援物資などの配布場所、第三に生活情報の提供場所、第四に家が倒壊した方の一時的な避難場所、第五に家族の安否確認場所である。

2 防災拠点に備蓄すべきもの（一例）

防災拠点に備蓄すべき物品の例は次のとおりである

（出典：<http://www.enveng.titech.ac.jp/midorikawa/research/bousai16-1.pdf>）。

- 食料…乾パン、水缶、おかゆ、粉ミルク、水あめなど
- 防災資機材…発電機、エンジンカッター、油圧ジャッキ、ろ水機、毛布、リヤカー、おむつ、トイレットペーパー、移動式炊飯器、ガスかまどセットなど

なお、平成25年4月1日現在、八戸市内127か所の防災拠点に配備されている機器等は、次のとおりである（詳細は後掲の参考資料を参照のこと）。

（1）通信設備 273 台

内訳：災害時臨時電話：71 台、特設公衆電話：26 台、卓上型 PHS：96 台、MCA 無線機 80 台

（2）発電設備 131 台

内訳：ガス発電機：26 台、ガソリン発電機：105 台

（3）備蓄品 7,942

内訳：照明器具：ライト 52 台・コードリール 26 本、
暖房器具・防寒具：対流式ストーブ 52 台・毛布 7,760 枚、
その他の備品：トランシーバー 52 台

3 再生可能エネルギー導入に際して防災拠点として具備すべき条件

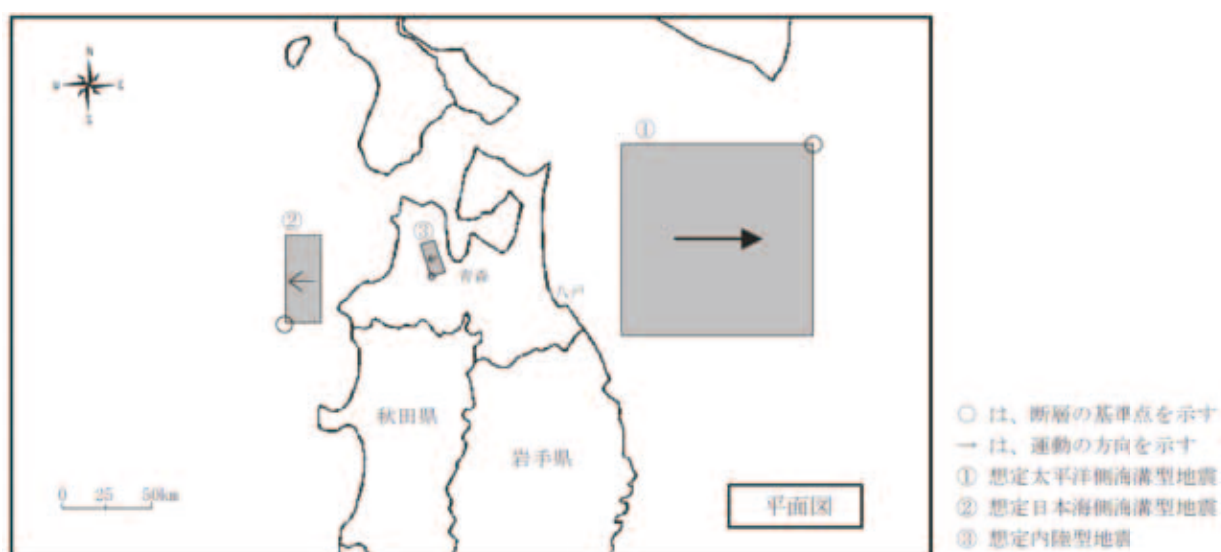
（1）本節で想定する災害

広辞苑によると、災害とは「異常な自然現象や人為的原因によって、人間の社会生活や人命に受ける被害。」を言う。本稿においては、災害発生後の防災拠点が備えるべき機能を検討することが目的であるため、様々な災害のうち、避難を伴う災害を扱うこととなる。

八戸市都市研究検討会の第4弾研究テーマでは、「東日本大震災並みの災害で400～500人が1週間避難する」ことを想定しているが、次に避難所が必要となる災害において八戸市あるいは青森県が被災地となるか隣接地となるか、上記想定に準ずるかどうかは不明である。また、東日本大震災では電力施設の被災による停電も被害拡大の一因となっており、本研究テーマにおいても防災拠点に再生可能エネルギーも考慮に入れた自家発電設備の導入も検討することになるが、必ずしも上記想定期間の1週間の間、停電が継続するとは限らないため、様々なケースについての検討が必要かと思われる。

また、想定する災害としては、「青森県地域防災計画」や文部科学省の「地震調査研究推進本部¹⁾」などの想定を参考にすることも考えられる。

図1



地震調査研究推進本部のホームページで示されている「青森県および周辺の主要活断層帯と海溝で起こる地震」のうち、三陸沖北部で繰り返し発生する以外のM7.1～M7.6規模の地震が30年以内に発生する確率は90%と高くなっている。マグニチュードの規模は1994年の三陸はるか沖地震と同程度のものであり、当時のライフライン、特に電力への被害²⁾としては「電柱215基、電線230条、変圧器754台が被害を受け、106,317戸が停電」というものである。また、マグニチュードの規模が近い「福岡県西方沖地震」では本震による停電戸数が2,600戸。主な原因は電線の傾斜による混線または断線で、復旧までに約2時間かかっている、というものがある。この程度の被害で済めば、避難所に非常用電源がなくても問題が生じないかもしれない。

¹⁾ http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/tohoku/p02_aomori.htm

²⁾ http://www.daily-tohoku.co.jp/kikaku/kikaku2004/retushin/retushin_06.htm

※東日本大震災のような広域的な災害を例外とすると、一般的に停電はすぐに復旧する。このため、1週間無停電状態でも通常のように施設が使えるように非常用の設備を設けようとするのは設備が過剰になるともいえる。

※実際にどの程度まで停電が継続するのか、次章のように考察した。

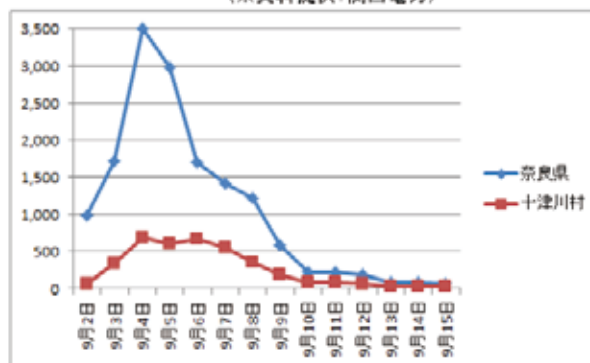
（２）災害による停電について

たとえば、平成 23 年台風 12 号による紀伊半島大水害では、「9 月 4 日より開設しておりました避難所を 11 月 25 日午後 5 時をもって閉鎖いたしました。現在、北股地区の 26 世帯 66 名の方々が仮設住宅へ入居されています」³とあるように 3 か月ほど避難所が開設されていた。しかしながら、下図 4 のように避難所の開設期間中、ずっと停電が継続していたというわけではない。

図 2 停電軒数
(ピーク時・9月4日5時)

市町村	軒数
五條市	1,400
御杖村	10
黒滝村	1,000
天川村	1,000
野迫川村	940
十津川村	1,550
上北山村	680
川上村	280
東吉野村	10
合計	6,870

図 3 停電・未復旧軒数の推移
(※資料提供:関西電力)



したがって、これまでの自然災害による停電がどの程度継続したのかを調査し、防災拠点に妥当な電力自給能力を持たせる必要がある。この調査方法としては、秦康範他「発生時刻と継続時間を考慮した都市停電の影響度評価」⁵のように新聞検索や、電力会社のホームページから探すことが考えられる。なお、電力保安統計では平成 15 年度より停電時間を取り扱わなくなったため、最近のデータを調べることができない。

なお、「発生時刻と継続時間を考慮した都市停電の影響度評価」の調査対象は首都圏（東京、神奈川、埼玉、千葉）であり、新聞記事になる規模の停電の集計結果は下図となっている。この論文によると、停電の継続時間の最長は 9 時間で、その多くは 90 分程度、比較的大きな地震や風水害の場合は 1 日以内とのことである。一方、紀伊半島大水害の場合は復旧までに 1～2 週間かかっているが、これは被災地域が山間部に位置し、土砂災害により道路が寸断されたためとのことである⁶。

³ <http://www.vill.nosegawa.nara.jp/topics/topics111006.html>

⁴ <http://www.pref.nara.jp/secure/74775/h23-11s-2-1-7.pdf>

⁵ http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~yhada/_userdata/2002JSCE2.pdf

⁶ <http://www.pref.nara.jp/secure/74775/h23-11s-2-1-7.pdf>

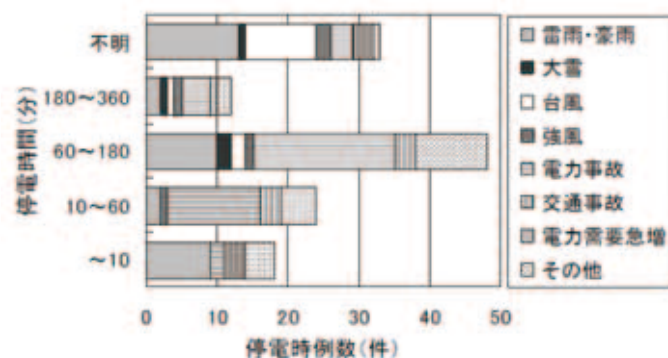


図 4 新聞検索による停電事例(1991 年～2000 年)¹⁰⁾
(停電継続時間別に見た停電事例数)

※以上のように、一般的には停電復旧までにかかる時間は 1 日以内であるが、災害によって他地域と寸断されるような場合には停電が 1～2 週間かかることもある。
※避難所のある地域で起こったこれまでの停電時間を調査し、その時間に対応できるようにすることも重要かもしれない。

(3) 避難所について

1) 避難所の数と広さ

八戸市の指定避難所⁷⁾は小学校が 47 か所、中学校等が 30 か所、公民館・体育館が 51 か所となっている。指定避難所の一時収容可能人数は屋内運動場（体育館）や利用可能面積を避難者一人あたりの専有面積 2[m²]で割った値となっており、学校の体育館の面積が 800[m²]であれば収容可能人数は $800[m^2] \div 2[m^2/\text{人}] = 400[\text{人}]$ となる。八戸市の学校の体育館の面積はおおむね 800～1,200[m²]となっているので、収容可能人数は 400～600[人]ほどになる。また、公民館に関しては利用可能面積（部屋やホール？）が 300～500[m²]程度となっている。

ところで、長野県危機管理部危機管理防災課「避難所マニュアル策定指針」⁸⁾によると、避難所における避難者一人あたりの必要専有面積は下表の通りとされている、とのことである。

表 3

1㎡/人	発災直後の一時的避難段階で座った状態程度の占有面積
2㎡/人	緊急対応初期の段階で就寝可能な占有面積
3㎡/人	避難生活が長期化し、荷物置場を含めた占有面積

一方、国連難民高等弁務官事務所（UNHCR）が定める難民キャンプの設置基準（3.5m²。「緊急事態のための手引書」より）を下回っており、石巻赤十字病院が石

⁷⁾

<http://www.city.hachinohe.aomori.jp/index.cfm/9,8712,c,html/8712/20130116-172652.pdf>

⁸⁾ <http://www.pref.nagano.lg.jp/kikikan/bosai/hinanjo/hinanjyomanual.pdf>

巻市に避難所の改善を要求したという報道もあった⁹。
したがって、夏季の暑さ対策、冬季の感染症対策として適切な広さが必要になると思われる。

2) 避難所として利用される部屋等

学校の場合は体育館やホール、教室、保健室、職員室、この他トイレや各部屋間を移動する途中の廊下・階段が挙げられる。この他、「DA 建築図集 学校 I」では和室もあると良い、近くに銭湯があると便利である（火災の原因にもなるかもしれないが）、といった記述もある。

公民館の場合はホールや各部屋、廊下・階段が利用されると思われる。

※避難所の収容可能者数は以上の通り。一人あたり必要とするスペースで避難スペースの面積を割ったものが収容可能者数となっている。

※学校の場合、体育館の平均的な広さから 400～500 人が収容可能数となっていることがわかる。

※次に、この避難スペースを使うとして、どの程度の電力を使用するのかを試算する。

3) 避難所が必要とする物品

八戸市避難所運営マニュアルによると、避難所で提供する主な生活支援の内容は以下の 4 点としている。

- ①生活（就寝等）場所の提供
- ②水、食料、日用品物資の提供
- ③トイレなどの衛生的環境の提供
- ④生活情報及び再建情報の提供

※これらを提供するために必要なものを調査する。

（4）避難所の電力需要想定について

避難所で必要とされる電力需要には照明の他、情報収集・伝達が挙げられると思われる。ここでは八戸市の避難所の中でも数が多い小学校を念頭に避難所の電力需要の想定を行う。

1) 照明

避難所として活用される体育館や教室等の照明用消費電力を、部屋の広さと部屋・廊下の標準照明消費電力¹⁰から推定する。

⁹ <http://www.47news.jp/CN/201105/CN2011051801000823.html>

¹⁰ <http://www2.panasonic.biz/es/lighting/sekkei/pdf/cc0414.pdf>

各室又は通路などの仮想照明消費電力量 $E_s[\text{kWh/年}] = W_s \times A \times T \times Q_1 \times Q_2$

ここで、

W_s ：各室又は通路などの標準照明消費電力 $[\text{W/m}^2]$

A ：各室又は通路などの床面積 $[\text{m}^2]$

T ：各室又は通路などの年間照明点灯時間 $[\text{h}]$

Q_1 ：照明設備の種類に応じて決まる係数

Q_2 ：用途および照明設備の照度に応じて決まる係数

照明設備の種類による補正係数 Q_1 （表 4）

通常環境より高度な視機能や、質的水準を達成する必要から照明設備に特別な措置を講ずる場合、必要な消費エネルギーの増加分をあらかじめ見込むための補正係数です。

表 4 照明設備の種類による補正係数 Q_1

	種 類	補正係数 Q_1
(1)	まぶしさを制御するためにルーバ、透光性カバーなどを採用するなど、特別な措置が講じられている照明設備	1.3
(2)	その他	1.0

照明設備の照度による補正係数 Q_2 （表 5）

特定の空間（事務室、売場、教室）のみに適用されます。

その狙いは、必要に応じて高い照度の照明環境とすることと、必然性の無い低い照度を設計照度にするることによってCEC/Lを下げるような安易な対応を防止することです。

表 5 照明設備の照度による補正係数 Q_2

	用 途	補正係数 Q_2
(1)	物販店舗等の売場および事務所等の事務室	L/750
(2)	学校等の教室	L/500
(3)	その他	1.0

この表において、Lは設計照度（単位ルクス）を表すものとする。

表 6 W_s の設定値（一般空間）

カテゴリー	対象空間の例	W_s [W/m ²]
1	玄関ホール・エントランス(店舗)	55
2	営業室(官庁・銀行・証券・金融・保険・商社・不動産・建設あらゆる業種)・製図室・設計室・デザイン室	40
3	玄関ホール・エントランス(店舗以外) ラウンジ・フロント・受付・コンピュータ室・管理室・制御室・監視室 防災センター・商品展示室・ディスプレイ空間・店舗売り場	30
4	EV ホール・エスカレーター空間・事務室・会議室・応接室・待合室 談話室・書庫・ファイル室・資料室・印刷室・図書室 閲覧室メディア視聴室・教室・講義室・研修室・実習室・準備室 集会室・CAD/VDT 室・言語ラボ・講堂・体育館・会議室・集会室 売店・チケットカウンター・食堂・レストラン・喫茶室・厨房	20
5	便所・洗面所・浴室・喫煙所・リフレッシュ空間・給湯室・更衣室 休養室・控え室・当直室・仮眠室・用務員室・廊下・通路 階段(外部者利用あり)	15
6	廊下・通路・階段(内部者利用のみ)・倉庫(出入頻度大) バックヤード・荷積み荷下しスペース	10
7	機械室・電気室・駐車場・車路・駐輪場・非常階段 倉庫(出入頻度小および無人倉庫)・車庫	5

表 7 W_s の設定値（特殊空間）

カテゴリー	対象空間の例	W_s [W/m ²]
1	手術室・分娩室	55
2	救急窓口 精密機械組み立て色合わせなど細かい視作業が伴う工場	40
3	スポーツ公式競技 診察室・薬局・展示スペース(石彫刻・金属彫刻・陶磁器)・宴会場 式場・広間・カラオケ・遊技場・娯楽施設などの遊戯スペース	30
4	スポーツ一般競技・スポーツ室内競技・検査室・処置室 集中治療室・準備室・ナースステーション・回復室・物理療法室 放射線検査室・幼稚園・保育所の保育室・遊戯室 一般製造工場・修理工場(全般照明のみ) 展示スペース(木彫・彫塑)・楽屋・演者控え室 講師控え室・美容室・調髪室・着付室	20
5	スポーツ練習・リ克雷シヨンスポーツ・宿泊客室・映画・テレビ 写真などスタジオ(全般照明のみ)	15
6	病室・リネン機材室・老人ホーム・福祉ホーム 児童福祉施設などの居室・宿泊リネン室	10

	観客席(スタジアム、屋内競技場・劇場・映画館・講演など) 自動製造工場・展示スペース(絵画・書道) 神社・寺院・協会などの礼拝スペース	
7	バー・キャバレー・ナイトクラブなどの客席・ダンスホール ディスコなどの踊り場・展示スペース(版画・染色・剥製)	5

①体育館

簡単のため $Q_1=1$ 、 $Q_2=1$ とし、 $T=1[\text{日}]=18[\text{h}]$ (6:00~24:00)、体育館の広さを $A=1000[\text{m}^2]$ とすると、

$$\begin{aligned}\text{仮想照明消費電力量 } E_s[\text{kWh/日}] &= W_s \times A \times T \times Q_1 \times Q_2 = 20 \times 1000 \times 1 \times 18 \times 1 \times 1 \\ &= 360[\text{kWh/日}]\end{aligned}$$

となる。しかしながら、このままでは消費電力がかなり大きいため、体育館で使用する水銀灯をLED照明に交換するとして 44%省エネルギー¹¹が実現したとすると、照明の消費電力量は 201.6kWhとなるが、それでも消費電力はかなり大きいことがわかる。このこともあってか、「災害時避難施設等再生可能エネルギー等導入可能性調査」調査報告書(以下、『CROSS報告書』)では体育館の電力供給は可搬型発電機を用いている。

※可搬型の発電機ですべての照明に電力供給できるのだろうか？消費電力は $201.6/18=11.2[\text{kW}]$ とだいぶ大きい。このため、体育館照明の配線をいくつかの系統に分け、それぞれ発電機から供給するという形になるのかもしれない。

②教室

「鉄筋コンクリート造校舎の標準設計」によると教室の広さは 63m^2 ($7\text{m} \times 9\text{m}$) が標準とのことであるので、簡単のため $Q_1=1$ 、 $Q_2=1$ とし、 $T=1[\text{日}]=18[\text{h}]$ 、教室の広さを $A=63[\text{m}^2]$ とすると

$$\begin{aligned}\text{仮想照明消費電力量 } E_s[\text{kWh/日}] &= W_s \times A \times T \times Q_1 \times Q_2 = 20 \times 63 \times 1 \times 18 \times 1 \times 1 \\ &= 22.68[\text{kWh/日}]\end{aligned}$$

となる。こちらも従来型の蛍光灯をLED照明に更新し消費電力が50%削減できたとすると教室の照明の消費電力は 11.34[kWh/日]となる。なお、「DA 建築図集 学校 I 小学校・小中学校」を参考に保健室の大きさを調べると、教室とほぼ同サイズであるため、保健室の照明消費電力量は教室とほぼ同じ 11.34[kWh/日]と想定できる。

¹¹

http://www.iwasaki.co.jp/product/light_source_info/ceramic/ceraluxace/saving6.html

③職員室

外部とのやり取りの中心となりうる職員室の面積は小学校設置基準に記述はないが、東京都杉並区の学校施設に必要な諸室及び面積表（小学校）¹²を見ると、職員室の面積は 132m² が標準となっているので、面積はこの値と仮定する。すると、職員室の消費電力量は

$$\text{仮想照明消費電力量 } E_s[\text{kWh/日}] = W_s \times A \times T \times Q_1 \times Q_2 = 20 \times 132 \times 1 \times 18 \times 1 \times 1 \\ = 47.52[\text{kWh/日}]$$

となる。こちらも LED 照明に交換すると、23.76[kWh]となる。

④廊下

避難所で使用する部屋同士をつなぐ廊下の距離はそれぞれの避難所で異なるため想定は難しい。

2) その他の機器

『CROSS 報告書』で挙げられている機器は下表の通りである。

表 8

部屋	機器名	消費電力[W]	台数	使用時間[h]
職員室	テレビ（液晶・32 型）	83	1	24
	パソコン	17	1	6
	携帯充電器	5	5	2
	非常用電話	5	1	18
多目的ホール	携帯充電器	5	85	2

※保健室の広さを 40 畳⇔66m²とすると、この広さに対応するエアコンは 4 馬力 112 形となり、例えば東芝APAU11255Sなどが該当する。このエアコンの期間消費電力量は約 2,300kWhであり、冷暖房時間は 3,679 時間/年であるので、平均消費電力は 625W、10 年前のエアコンの期間消費電力量は約 5,412kWh、平均消費電力は 1.47kWとなる¹³。

※パソコンの使用は避難者リストの管理などに使用するものと思われる。停電していると有線でインターネットに接続するのは難しく、携帯電話網を利用して接続する必要があると思われる。

¹²

<http://www.kyouiku.city.suginami.tokyo.jp/education/tekisei/pdf/no4/shiryo3.pdf>

¹³

https://www.toshiba-carrier.co.jp/kaiin/bsn/contents/071107_0022/images/0402/cube1.pdf

3) まとめ

避難所として（小）学校を想定し、上記の消費電力量をまとめると下表のようになる。

表 9

部 屋	電 気 機 器	消費電力 [W]	台数	使用時間 [h/日]	消費電力量 [kWh/日]
体 育 館	LED 照明(水銀灯代替)			18	201.6
	携帯充電器	5	100	2	1
教 室	LED 照明(蛍光灯代替)			18	11.34
	携帯充電器	5	10	2	0.1
保 健 室	LED 照明(蛍光灯代替)			18	11.34
	エアコン	1000	1	13	13
職 員 室	LED 照明(蛍光灯代替)			18	23.76
	テレビ	83	1	18	1.494
	ノートパソコン	20	1	18	0.36
	携帯充電器	5	5	2	0.05
計					266.044

※体育館の照明がやはり大きい。1 家族でテントを張り、その中で LED 電球をともし、という形にするとだいぶ消費電力は少なくすることができる。しかしながら、配線の問題が大きい。

- ・例えば、体育館だけを使用、避難者数を 500 名として仮定すると、2011 年度の平均世帯人員は 2.58 人/世帯であるので避難世帯数は $194 \div 200$ 世帯となる。1 世帯当たり 60 形白熱電球相当の消費電力 10W の LED 電球を 1 灯のみ使用すると仮定すると、トータルで 2,000W、1 日当たり $2[\text{kW}] \times 18[\text{h}] = 36[\text{kWh}]$ となり、大幅に体育館の照明用消費電力を削減できる。実際には 200 灯の電球と延長コードを保管しておくのも困難かと思われるのでブルーイン投光器やサークルライトを用意するのも良いかもしれない。

※他の部屋の照明も、スイッチと配線を工夫して部屋の全てではなく部分的に照明を点灯できれば消費電力を多少抑えることができる。

※上表では 1 日の使用時間を 18 時間としているが、『CROSS 報告書』と同様に 1 日 6 時間の使用とすると、体育館の照明を含めると消費電力量は 90.448kWh、体育館を含めない場合は 22.248kWh となる。

※ここでは電力需要のみ考察しているが、避難所では衛生や調理でもエネルギーを使用するため、そちらの検討も必要かと思われる。

Ⅱ 再生可能エネルギーを導入する場合の条件

本節では、八戸の震災時の事例に基づき、一モデルケースを設定し、非常時における防災拠点における必要なエネルギー総量を見積り、そのエネルギーの確保について、送電についてのインフラと発電方法の観点から検討する。さらに、防災拠点でのエネルギー確保に特化した、今後必要とされる研究について提案する。

1. 必要エネルギー総量

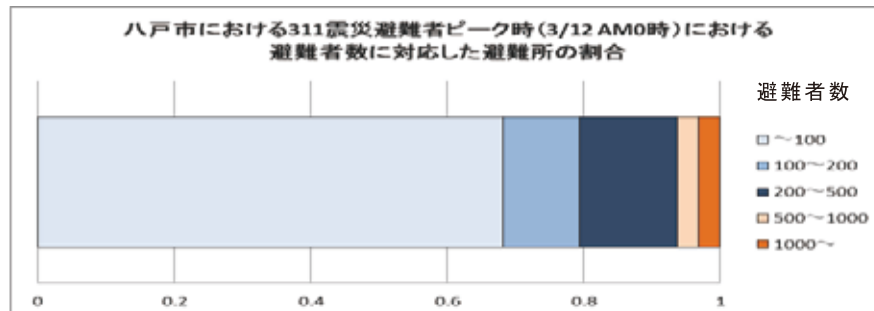
(1) 一拠点に集まる人数

第1章より、本研究で想定している防災拠点は、コミュニティ防災拠点および地域防災拠点であり、具体的には、学校や地域の公民館・集会所である。これら防災拠点の一時収容可能人数は、例えば小中学校においては体育館が想定され、そのフロア面積より、400人から600人程度に設定されている。

また、3.11震災時、避難者を受け入れた八戸市内の該当する防災拠点数は63カ所であった[1]。避難者数のピーク時(9,200人)である3/12午前0時における防災拠点毎の避難者数によると、避難者数500人未満の防災拠点が全体の9割以上を占めた。

以上より、必要エネルギー総量の算出における一拠点に集まる人数は、500人と設定する。

図 5



(2) エネルギーの使用目的

震災時における避難所の必要とされる電力の使用目的は以下の通り設定する。

・情報関係（電話、インターネット等）

震災時、もっとも重要なのが被害および復旧に関する情報の取得である。関係機器には、電話、テレビ、ラジオ、インターネット等が挙げられる。双方向性のある電話については、現在、携帯用と固定電話があるが、震災発生時の混乱時期においては固定電話の強さが示された。携帯用に関しては、タイムラグは生じたがメールの送受信が有効であった。また、ツイッターなどの SNS での情報の送受信も双方向での情報のやり取りに有効であった。また、テレビとラジオといったメディアから流れる情報は、避難者間での情報共有に有効である。

現在、使用電力の少ないラジオや携帯電話の充電に関しては、手回し充電や携帯用ソーラー電池等があるため、各防災拠点に数個常備していれば足りると考える。

一方、使用電力の比較的多いテレビや PC 関連機器については、防災拠点における非常時発電設備により電力を供給する必要がある。

- ・照明

震災時の避難所の一日の生活時間帯は、ある公民館での記録[2]によると、6:00 起床、21:30 就寝であった。この時間帯においては、活動場所の照明は欠かせない。また、安全のため、夜間においても、トイレや玄関ロビーなどの照明はつけておく必要がある。

- ・冷暖房

八戸の場合、夏季の暑さは窓の開放でほとんどしのげるであろう。しかし、風が風いだ状態の体育館は湿気と熱がこもるため、扇風機で風を送る必要があると考える。また、熱中症対策としてエアコンを入れた部屋が一室あると心強い。

冬季の寒さについては、避難者は、主として毛布類や重ね着で対策することになるが、PC 等の電子機器の正常な動作維持のために、暖房の入った部屋は必要である。なお、体育館のように天井が高い施設においては熱が上方に逃げるのを防ぐため、テントのような低い天井を設置するなどして熱対策することが有効である。

なお、冷暖房の有無に関わらず、急性もしくは重度の体調不良者が出た場合には、早急に最寄りの救護施設に搬送する手はずを整えておくことが必須である。

- ・その他

非常時における食事の確保は、3.11 震災時の実績より配給により賄うことを想定する。そのため、調理器具の使用は考慮しない。非常時の継続期間は、「災害救助法による救助の程度、方法及び期間ならびに実費弁償の基準（平成 12 年 3 月 31 日厚生省告示第 144 号）」における、避難所の開設期間の 1 週間と設定する。

（３）一拠点当りの必要エネルギー総量の試算

（２）に基づき一拠点当たりの必要エネルギー総量を試算する。なお、500 人収容可能な防災拠点として、体育館 1 棟＋管理室 1 室（16 畳程度）を想定する。避難所モデルとしては、『CROSS 報告書』の八戸市内某小学校を参考にする。

情報関連の PC はデスクトップタイプを想定している。ノート PC にすることにより数十 W まで低電力化が可能である。

冷房関連の扇風機は、羽根径 30cm タイプのものを想定している。20W 程度の製

品も出ているが、余裕を見て消費電力を高めに設定している。暖房は、電気不要の石油ストーブを設置することで、電力不要としている。もしくは、冷房使用を考えているエアコンを暖房でも兼用する。なお、エアコンの使用電力は定格出力で考えている。

表 10 災害時防災拠点における推定必要電力量

使用目的	項 目	数量	単位	使用時間[h]	使用電力 [W]	使用電力量 [kWh]
情報関連	テレビ	1	台	24	240	5.8
	PC	1	台	12	125	1.5
照明関連	体育館照明(水銀灯)	6	個	6	400	14.4
	管理室照明(蛍光灯)	10	個	6	18	1.1
	トイレ・通路照明	4	個	24	18	1.7
冷房関連	扇風機	10	台	18	40	7.2
	エアコン(冷暖房共通)	1	台	18	5,000	90.0
合計				エアコン含む	5,841	121.7
				エアコン含まず	841	31.7

表 10 より、エアコンの有無によって必要とされる発電量は大きく変わることが分かる。健常者に限って言えば八戸地区においてエアコンは不要かもしれないが、老若男女、病気の有無問わずその地域住民が一斉に集まり、また、大災害時には近隣の病院が機能しているかどうか不明な状況になっていることも十分に想定できるため、エアコンの稼働できる環境があることが望ましい。

電気使用のピーク時においては、表に列挙したすべての項目において電気が使用される。蓄電計画を立てる際の参考までに、丸一日発電できなかった場合を想定し、必要とされる蓄電容量は最大使用電力量と仮定する。

以上より、一防災拠点当たりの必要とされるエネルギー総量は次のとおりとする。

- 発電電力量 6kW
- 蓄電容量 122kWh

現在の蓄電池は 5kWh 程度が主流であり、震災時のためだけに複数保有するということは、現実味のない話である。実際のエアコンの消費電力はおよそ 1/5 程度まで下がることと、消費と同時にエネルギーを生産していることから、『CROSS 報告書』によれば 40kWh 程度で十分とは予想されるが、今後の再生可能エネルギーの活用に向けて大容量蓄電池の研究開発を進める必要がある。

2. エネルギーネットワーク

災害時、各防災拠点において再生可能エネルギー等を活用した自家発電によって緊急時を乗り越えることが基本ではあるが、津波等の被害により、発電設備すべてが使用不可になる可能性もゼロではない。そこで、防災拠点での発電の不可能時におけるエネルギーの供給方法について考察を行う。

(1) 送電方法

既設の送電システムが使用可能な場合は、自家発電システムが使用不可能になっていたとしても問題はない。また、既存の送電システムが使用不可の場合でも、自家発電システムが健在であれば送電不可能でも問題ない。ただし、八戸火力発電所のような大規模な発電設備の不具合により停電に陥り、なおかつ、自家発電システムも津波等により使用不可能になった場合は、他の防災拠点の余剰電力を融通できるようにすることが望ましい。

しかしながら、現状では、自家発電による電気を電力会社の送電網に乗せることはできないため、現実問題としては、非常時のバックアップ送電システムとして市独自の送電網を重要拠点に限定して敷設することが対策として挙げられる。

(2) 燃料貯蓄・運搬方法

現在の技術力における再生可能エネルギーによる電力の供給の問題は、安定した供給の実現である。被災時期によっては、暖房や夜間照明替わりに、補助的に、化石燃料を使用することも想定される。また、大地震やそれによって生じる津波による被害は、車両の移動を困難にするため、各防災拠点においては、ストーブの燃料となる灯油や、薪等を備蓄しておく必要がある。備蓄量としては、避難者の多くが避難所を去ることが可能になる1週間を目途とする。

甚大な被害により、1週間たっても復旧の目途がつかない場合には、その間に、生活可能な他地域への一時避難計画を市が策定し、避難者に移動してもらうことになるであろう。

(3) 情報ネットワーク

被災時には、多くの人が電話を集中してかけることにより、つながらなくなる。そこで、八戸市では、東日本大震災後に、小中学校に災害時有線電話を、公民館には特設公衆電話を、またそれぞれに卓上型PHSおよびMCA無線機を設置している。この配備により、外部との連絡手段は確保されていると考えていい[3]。

加えて、被災レベルによっては、個人の連絡の要望をより高いレベルで満足する必要がある。八戸市では、現在、被災時における移動基地局車の配備について通信会社との提携が取り交わされている。

被災時には、送電線の切断、道路の分断、瓦礫の障害などにより、防災拠点が陸の孤島になる可能性を予め考えておく必要がある。そのときの、エネルギー獲得は、

基本的には個々の防災拠点においての自給自足が原則である。また、周辺の復旧状況が芳しくない場合、外部から必要物資を長期にわたって投入するより、避難者を、一時、別の避難所に移動する勇気が必要である。その実行のために、市は、防災拠点の想定避難期間である災害発生時から1週間で被災状況を把握して移動計画を策定し、移動する避難者に説明することが必要である。

参考資料

- [1] 別紙資料「避難場所毎の避難者数の推移」
- [2] 別紙資料「避難所の日」
- [3] 別紙資料「指定避難所の資機材整備状況について」

3. エネルギー生産および蓄電

2011 年の大震災以降、日本のエネルギー事情は大きく変化し、風力や太陽光等の自然エネルギーやバイオマスエネルギー等、再生可能エネルギーの取り組みが加速している。通常のエネルギー供給に加え、災害時の避難先におけるエネルギー供給・蓄電池の必要性について記述する。

(1) 再生可能エネルギー

再生可能エネルギーとは、法律で「エネルギー源として永続的に利用することができる」として、太陽光、風力、水力、地熱、太陽熱、大気中の熱その他の自然界に存する熱、バイオマスが規定されている。再生可能エネルギーは、資源が枯渇せず繰り返し使え、発電時や熱利用時に地球温暖化の原因となる二酸化炭素をほとんど排出しない優れたエネルギーである。

再生可能エネルギーとして以下の種類が有る。

- | | | | |
|----------|------------|----------|----------|
| a) 太陽光発電 | b) 風力発電 | c) バイオマス | d) 水力発電 |
| e) 地熱発電 | f) 太陽熱利用 | g) 雪氷熱利用 | h) 温度差利用 |
| i) 空気熱利用 | j) 海洋エネルギー | 等 | |

再生可能エネルギー全般のメリットを以下に列記する。

- ・ 枯渇する心配がない
- ・ 純国産なのでエネルギー自給率が向上する
- ・ 有害物質の排出がほとんどない
- ・ 小規模分散型の発電所を建設しやすい
- ・ 各家庭やビルや工場などでも発電を行える
- ・ 導入に関して、国や自治体から補助金が出る
- ・ 自然災害に対する危険性のリスクも分散される

一方、デメリットとしては以下の項目が挙げられる。

- ・ 発電量が小さい
- ・ 発電所製作に環境破壊が起こる可能性がある
- ・ 国立公園等には規制がかかる
- ・ 気候や時間帯等に影響される
- ・ 地域の景観を損なう可能性がある
- ・ 騒音や振動、低周波の問題を発生する可能性がある

災害時の避難所に設置する事を想定して主な再生可能エネルギーの特徴を表 11 に整理する。

表 11 各種再生可能エネルギーのメリットとデメリット

発電方法	メリット	デメリット
風 力 発 電	・再生可能エネルギーである。 ・純国産エネルギーである。 ・二酸化炭素排出量が極めて少ない ・事故が起きても影響範囲が狭い。 ・冷却水が不要である。 ・風があればいつでも発電できる。	・風が吹かないと発電できない。 ・風が強すぎても発電できない。 ・ブレードに鳥がぶつかって死に至る事がある。 ・騒音や低周波の問題が発生する可能性がある。 ・景色や景観に影響を与える。 ・風車を建てるために森林伐採が生じる事がある。
太 陽 光 発 電	・再生可能エネルギーである。 ・純国産エネルギーである。 ・排気ガスや有毒ガス等を排出しない。 ・騒音や振動などを発生させない。 ・可動部分がないため、故障しにくい。 ・一般住宅の屋根などにも設置する事ができる。	・夜間はほとんど発電できない。 ・雨や曇りの日はほとんど発電できない。 ・太陽光を受け続けて高温になると発電効率が低下する。 ・発電量に関してはスケールメリットがない。 ・設置面積当たりの発電量が比較的小さい。 ・補助金はあるものの設置コストが高額である。
太 陽 熱 利 用	・再生可能エネルギーである。 ・純国産エネルギーである。 ・エネルギー効率が高い。 ・CO₂を発生させない。	・夜間、雨や曇りの日はほとんど利用できない。 ・設置コストが高額である。 ・利用方法が限られている。
地 熱 利 用	・再生可能エネルギーである。 ・純国産エネルギーである。 ・二酸化炭素の排出量が少なく、地球温暖化対策となる。 ・気候や天候によって発電量に影響が出ない。 ・使わない熱水を再利用できる。 ・日本は屈指の地熱保有国である。	・開発コストが高い。 ・調査から発電開始まで長い年月を必要とする。 ・建設途中で振動や騒音が発生する。 ・周囲の景色や景観に影響を及ぼす。 ・候補地が開発規制の対象となっている場所が多い。
バ イ オ マ ス	・環境に優しい再生可能エネルギーである。 ・輸入に頼らない純国産エネルギーである。 ・大気中の二酸化炭素を増加させない。 ・資源の無駄を減らす循環型社会の構築に貢献できる。 ・地域への経済的な貢献をする事ができる。 ・生ゴミ等を減らす事で地域環境が良くなる。	・燃料コストや運搬コストがかかる。 ・食用のものを使うと食糧費高騰の恐れがある。 ・耕地を過度に拡大する可能性がある。 ・発電量はそれほど大きくならない。 ・二酸化炭素を増加させないだけでは削減とらない。 ・発電所の数が少ない。

小水力発電	・流水があればどこでも発電が可能である。 ・天候の影響を受けにくく安定している。 ・設備利用率が 50～90%と高く、太陽光発電の 5～8 倍の電力量を発電できる。 ・大型の水力発電に比べて生態系を脅かす可能性が少ない。 ・発電開始まで短時間で始動できる。	・法的手続きが非常に複雑である。 ・設置地点に限られる(落差と流量がある場所に限定される)。 ・ゴミ除去など、メンテナンスを必要とする。 ・降水量が少ないと発電量が減ってしまう。 ・設置&メンテナンス費用が高い。 ・電力需要に合わせて発電量を増やせない。
-------	--	--

上記の各種再生可能エネルギーの概要を以下に記述する。

(a) 風力発電

風況の良い地域であれば太陽光よりも安く電力をえられる。しかし、風況が良いという事はかなりの強風が吹いている地域であるので、その様な場所に避難所が設けられることは少ないと思われる。従って、風力発電から得られる電力は限定的であるといえる。なお、風力発電は太陽光発電と異なり可動部分があるため、災害時には破損等に注意が必要である。

夜間でも微弱な電力があると助かる、ということであれば使用する事も良い。この場合、導入する風力発電機の形状は低風速からでも回り始め、回転数もさほど上がらずに済む垂直軸形が良いのではないかとと思われる。

(b) 太陽光発電

太陽光発電は、半導体に太陽光を当てた時に生ずる光電効果を利用して電気を発生させるものがある。現在では結晶系のシリコンが主体であるが、コストダウンや変換効率の向上を目指してアモルファス系シリコンや化合物系による色素増感型の開発が進められている。

避難所の屋根に太陽電池を取り付ける事や、庭に陸置きする事が考えられる。風力発電のように可動部分が無く、設置場所の制約も多くはないので、利用のしやすさがある。

(c) 太陽熱利用

太陽の熱エネルギーを太陽集熱器に集め、水や空気などの熱媒体を暖め給湯や冷暖房などに活用するシステムで、機器の構成が単純であるため、導入の歴史は古く実績も多い。最近では、太陽熱を利用した新しい冷房システムの技術開発も進められている。

夏であれば給湯として利用可能である。冬であっても凍結しないタイプであれば、ある程度温かさを得る事が可能である。日常であっても体育館やプールのシャワーとしての利用が可能である。また、ソーラークッカーという利用方法もある。フレネルレンズで集光するようなソーラークッカーもあるが、かなりの高温かつ強い光を放ち危険性もあるので注意が必要である。

(d) 地熱利用

火山大国である日本の地熱を利用した発電・暖房としての利活用が見込まれる。また、躯体蓄熱を利用した冷暖房なども、避難所として利用される際に貢献できるものと思われる。

(e) バイオマス発電

バイオマスエネルギーとは、生物体エネルギーともいい、生物体を構成する有機物が持つ化学エネルギーの事を意味する。生物体には、植物の光合成に基づく様々な形で太陽エネルギーが蓄積されており、再生可能エネルギーである。バイオマスは、エネルギー利用形態の点から、農産バイオマス（稲やわら）、木質バイオマス、畜産バイオマス、栽培バイオマス（サトウキビからアルコールを製造）、生活廃棄物バイオマスと、様々な種類がある。

簡単なバイオマス利用としては発電ではなく、単に災害で発生した廃材を薪として使い熱を得ることが考えられる。しかしながら、元々は財産であったものを燃やす事には配慮が必要である。小規模の発電機ならば、「バイオライト キャンプストーブ」という枝を燃やした熱で 2W 程度の発電が可能という商品も開発されている。

(f) 小水力発電

ダムのように大量の水を貯め、落下させる水でタービンを回す水力発電とは違い、川や用水路などの水の流れがあるところに水車を設置し、その水車を回すことにより連動させたタービンを回して発電する方法である。その手軽さからも、非常に注目を浴びている発電方法である。流水さえあれば発電できるため、多くの市や自治体が導入を実施・検討している。川に限らず、道路の側溝に流れている水でも発電できるため、地域の電力地産地消を後押しする助っ人である。一例として、図 6 に山梨県都留市の家中川小水力市民発電所を示す。

小水力発電の規模は、世界的には各国統一されておらず、概ね「10,000kW 以下」を小水力と呼んでいる。ESHA（ヨーロッパ小水力発電協会）でも、「10,000kW 以下」を小水力として扱っている。IEA（国際エネルギー機関）の水力実施協定では、特に定義せず、ダムなどの大規模開発などが伴わない環境に配慮したものとして扱っている。このように、関係機関でも異なっている。

日本の電力業界では、従来から「10,000kW 以下」を小水力としてきた。NEDO のガイドブックでは、「10,000kW 以下を小水力」、「1,000kW 以下をミニ水力」、「100kW 以下をマイクロ水力」などと分類しているが、この呼び方はほとんど定着していない。

一方、日本の法律では、1,000kW 以下と 1,000kW を超える水力が明確に区分されている。1,000kW 以下の水力発電は、新エネルギー法の施行令改正（2008 年 4 月施行）により、「新エネルギー」に認定されている。

発電方法の分類では、「流れ込み式」または「水路式」となり、河川の流水を貯める事無く、流れをそのまま利用できる。河川、農業用水、砂防ダム、上下水道などからエネルギーを取り出す事ができる。

避難所のそばに用水路などの川があれば中小水力、あるいはマイクロ・ピコ水力発電が可能である。しなしながら、水力発電機の設置には水利権の問題を解消しなければならない。一方、避難所のそばに川が流れているという事は、避難所が水害を受ける可能性も同時にある。



【写真1】 元気くん1号

図 6 小水力発電所の一例（元気くん1号：3号まである）

（２）化石燃料

現在使われている主なものに、石炭、石油、天然ガスなどがある。いずれも、かつて生物が自らの体内に蓄えた昔の炭素化合物・窒素酸化物・硫黄酸化物・太陽エネルギーなどを現代人が取り出して使っている。これらの燃料は燃やすと二酸化炭素（CO₂）、窒素酸化物（NO、NO₂、N₂O₄）、硫黄酸化物（SO₂）などを発生するが、これらが大気中に排出されることにより、地球温暖化や、大気汚染による酸性雨や呼吸器疾患などの公害を引き起こすため、深刻な環境問題を引き起こす要因になっている。また、資源埋蔵量にも限りがあるため持続性からも問題視されている。

一般財団法人新エネルギー財団によれば、「化石燃料である石油、石炭、天然ガス等の資源は地殻の薄い層に埋蔵されていますが、現在の技術で採掘可能な量には限りがあります。石油は約 41 年、天然ガスは約 67 年、比較的量の多い石炭でもあと約 164 年しかもたないと予測されています。」、との数値を公開している。また、日本の石油の輸入依存率はほぼ 100%で、そのほぼ 9 割は中東に依存しており、エネルギー資源の安定供給を図るためには一極集中を避ける必要がある。

古代から使われていた風力などの自然エネルギーと比べ、比較的安定に供給され、加工がし易く運搬も楽である。しかし、腐りにくい反面そのままにしても分解されにくく自然には還らない、燃焼すると多くの二酸化炭素を排出し、地球温暖化の大きな原因となっている、災害が発生し交通がストップするとその運搬が不可能となる、などのデメリットがある。

（３）蓄電池装置

蓄電池（ちくでんち）は広義において、充電を行うことにより電気を蓄えて電池として使用できる電池（化学電池）の事である。また近年、狭義的に非常用蓄電システムのことを指す言葉でもあり、非常用蓄電池ともよばれる。

災害時においてより安定的に電力供給を行うには充電と放電を繰り返すことが可能で、貯蔵した電力を必要に応じて供給することができる電池であり、「2 次電池」や「バッテリー」ともいう。太陽光発電システムだけでも晴れた時間帯はある程度の電力は供給できるが、夜間や雨天時などは発電しないので、発電状況が不安定である。蓄電池があれば、電力消費に余裕がある時や、電力単価が安い時間帯に蓄電しておくことで、いつ災害が起こっても、電力を供給することができる。

環境省が実施している「再生可能エネルギー等導入支援地方公共団体支援基金事業」には青森県として 85 億円が配分されている。これ以外に、文部科学省が募集している「公立学校 太陽光発電等導入事業」など、各種蓄電池関連の補助金制度を受けながら、早急な蓄電装置の設置が望まれる。

4. 防災拠点用エネルギー生産に対応した研究開発

様々な再生可能エネルギーの中から、多く用いられている太陽光発電の導入事例を調査し、適用について検討した。

(1) 太陽光発電

1) 設置事例

小中学校等に設置されている太陽光発電の事例を調査した。また、表 12 には文部科学省における太陽光システム導入の実績を示す。

①設置事例

青郷小学校校舎屋上 19.2kW

高浜小学校管理棟屋上 19.8kW

高浜中学校校舎北棟屋上 10.0kW

長野県の高等学校 50.0kW

大手前中・高校（香川県丸亀市） 1,300 m² 308 枚 60kW 1,800 万円

熊本保健科学大学（熊本県） 480kW 2,672 枚 年間 35%を供給

小諸市内小中学校太陽光設備 小学校 10kWh 中学校 50kWh

表 12 文部科学省によるシステム導入実績

③文部科学省における環境を考慮した学校施設(エコスクール)への太陽光発電システム導入実績

事業名	事業年度	設置件数	設置容量 (kW)
文部科学省における環境を考慮した学校 設備(エコスクール)への太陽光発電シ ステム導入実績	平成9年度	13	450.0
	平成10年度	11	350.0
	平成11年度	16	370.0
	平成12年度	36	(790)
	平成13年度	38	(620)
	平成14年度	49	(761)
	平成15年度	68	(805)
	平成16年度	53	(649)
	平成17年度	59	(711)
	平成18年度	45	(300)
	平成19年度	52	(215)
	平成20年度	69	(130)
	平成21年度	114	(40)
	平成22年度	109	(180)
合計		732	(6371)

※()内は、判明している設置容量のみ

(文部科学省 環境を考慮した学校施設の整備推進より)

②太陽光発電の導入費用

「価格.com」によると、太陽光発電システム導入には、システム価格と工事費だけではない。それは、国と地方自治体による補助金があり、今後削減できる光熱費や売電収入などもあるので、それらを踏まえた長期的な視点で費用について考える必要がある。一般的に初期費用の回収は 10 年以内が望ましいといわれており、国、都道府県、市区町村の補助金や売電収入の金額によっては 8 年程度で回収可能なケースがあり、節電に取り組むなど効率の良い運転の仕方、より短い期間で回収ができることもある。

この様に、導入後も見据えて考える必要があるが、本調査では、設置費用の回収を目的としておらず、主として設置費用について検討する。

さらに同 HP より、太陽光発電システム導入にかかる費用を算出する時に、ひとつの基準がある。それは、それは「1kW あたり 41 万円、50 万円」という目安である。例えば、3.5kW の発電能力がある太陽光発電システムを導入する場合、その初期費用と工事費をあわせて[41万円×3.5=143.5万円][50万円×3.5=175.0万円] だと考えれば良い、と記述されている。

1993 年当時の太陽光発電システム導入費用は、1kW あたり 370 万円もしたが、太陽光発電システムの技術革新もあり、導入費用は年々減少している。それに併せて、補助金交付の条件と上限価格も低下している。

③必要な装置

一般的な住居に導入される太陽光発電システムの容量は 3～5kW で、その導入にかかる費用は、先ほどの「1kW あたり 41 万円」という相場を目安にすると、123～205 万円程度となる。

太陽光発電の標準的なシステムは以下の通りである。(内) 数値は一般家庭の場合である。

- a) 太陽電池モジュール (3.5kW システム) (70,000 円 (1 枚))
- b) パワーコンディショナー (230,000 円)
- c) 発電モニター (50,000 円)
- d) リモコン・ケーブル・その他 (20,000 円)
- e) 設置架台 (150,000 円)

④避難所での必要な電力量を用いた設置費用の概算

八戸市内の避難所 (500 人想定) で必要とされる電力は、エアコン無しの場合 0.8kwh、エアコン有りの場合 6kwh と推測されている。これを全て太陽光発電でまかなうとすると、その設置費用は、エアコン無しで 90 万円、有りの場合で 300 万円/1 避難所と見込まれる。また、蓄電池については、必要量が 40kWh と見込まれており、10kWh×4 台の設置が必要である。大容量 (業務用) 蓄電池の価格は、9kWh で 140 万円から 10.5kWh で 170 万円程度であり、10kWh を 150 万円とすると避難所一か所につき 600 万円の費用が必要と見込まれる。

参考として、発電と蓄電をセットにした場合の価格は以下の通りである。京セ

ラの「太陽光発電連系型リチウムイオン蓄電システム EGS-LM144A」は蓄電池容量 14.4kWh（初期最大使用可能容量は約 10.8kWh）で価格は 4,672,500 円（税込）。パナソニックの「公共・産業用リチウムイオン蓄電システム蓄電容量 15kWh 一般環境タイプ XLJ-ME15A」は蓄電池容量 15kWh で価格は 8,085,000 円といったように、リチウムイオン電池は高コストである。

（２）バイオマスエネルギー

前述したように、バイオマスとは、太陽光合成で自らを作り出せる生物資源の集合であり、森林、農作物、牧草、水草などと、これらを加工した木材、パルプ、食糧、資料、そこから派生する農業と畜産廃棄物、生ごみ、廃木材なども含まれます。これらの中から、季節変化の影響を受けにくく、比較的安定に可動させる事に重点を置いて、木質バイオマスの熱利用の実例を示す。

図 7-1 には、ドイツのドレスデンにある村（100 世帯）に設置されているチップを使ったボイラーと蒸気タービンによる発電装置である。この施設は、EU の欧州委員会の補助を受けて、幼稚園＋小中学校（市管理）の地下に設置されている。なお、欧州委員会とは、欧州連合の政策執行機関であり、欧州委員会は法案の提出、決定事項の実施、基本条約の支持、日常の連合の運営を担っている。先の施設では、間伐材と廃材を原料としたバイオマス熱・発電施設である。校舎の傍に、チップ状にした木材の搬入口が設置されている。投入後は、ほぼ自動的に乾燥、運搬、燃焼、排出が行われている。燃焼によって得た熱と電気を、学校の校舎や住民(100 世帯)に供給している。燃料量のチップを定期的に確保する事ができるかが問題であるが、森林地帯が多い日本では資源が豊富にあり、森林の手入れはエネルギーの安定供給の確保とともに、新たな雇用を生むことも期待される。



図 7-1 バイオマス熱利用の設置事例（ドイツ：ドレスデン）

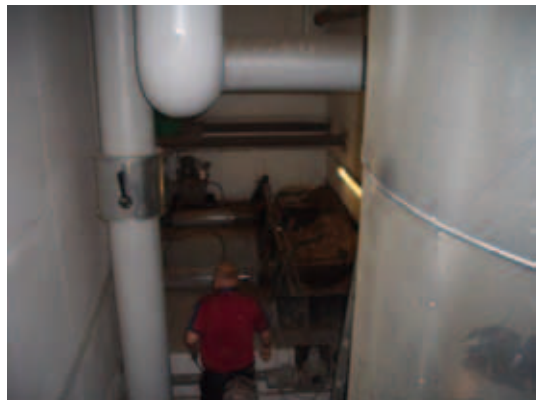


図 7-2 バイオマス熱利用の設置事例（ドイツ：ドレスデン）

(3) 小水力発電

周辺に流れがある場所での設置には開発余地がある一方、ポテンシャルの乏しい地区では無理に設置しない方が良くとされている。また、NEF(新エネルギー財団)のハイドロバレー開発計画調査によると、kWh 当たりの設置単価は 50 円/kWh～1,000 円/kWh の違いがあり、事前の十分な調査が必要である。

小水力発電の設置事例を以下に列記する。

河川（嵐山保勝会水力発電所 5.5kW、蓼科発電所 260kW）

農業用水路（栃木県那須野ヶ原土地改良区 340kW）

砂防堰堤（金山沢川水力発電所 100kW、熊本県清和村発電所 190kW）

水道用水（根城配水池小水力発電所 60kW:有効落差 25m、久御山広域ポンプ場水力発電所 31kW）

下水処理水（伊勢崎浄化センターmicro 水力発電）

工場・ビル内（NHK のマイクロ水力発電設備：7kW）

以上の様に、避難所周辺および内部に落差と流量が有る場所では設置が可能であり有効な方法である。

例えば、川崎市で設置された「プールの濾過施設に発電装置を組み込んだ」事例がある。また、八戸市避難所・施設マップ 2012 を用いて、新井田川より南の地区で設置可能な場所を探して見ると（図 8）、新井田川沿いにある「テクノアイスパーク新井田」や類家 5 丁目周辺、旭ヶ丘団地污水处理場周辺が候補として挙げられる。



図 8 小水力発電所設置候補（八戸市：新井田川周辺）

第3章 防災拠点への再生可能エネルギー導入に関する提言

【システム構築の観点から】

- ・大震災時の防災・減災を前提にしているが、避難所という観点からエネルギー確保に関しては、豪雨による洪水、火山噴煙による日照不足等、あらゆる被災時を想定しておく必要がある。
- ・再生可能エネルギーの導入については、エネルギーの種類や発電量の決定に経済的・政治的側面が影響を与える可能性がある。本来、再生可能エネルギーは地域性の強いものであることから、現代の情勢に即した「エネルギービジョン」の策定が望まれる。
- ・再生可能エネルギーは不安定なものという前提のもと、複数のエネルギーがそれぞれを補完する複合的システムの構築が望ましい。

【被災時運用の観点から】

- ・被災時の状況においては、最初に避難した場所からの移動が必要となる。一度居ついた場所からの再移動は、被災者にとっては大きなストレスとなる。だからこそ、行政側での綿密な避難計画と、その実行のための強いリーダーシップが必要である（補論1及び2を参照）。
- ・被災時に必要とされるエネルギー総量の見積りは、現有の設備に基づいている。しかし、エネルギーの生産と蓄電の設備にかかる費用を考えた場合、より一層の省エネ機器の導入（例えば、照明のLED化）によりコストもメンテナンスも容易になる。
- ・今回対象にしている学校や公民館などの地域防災拠点それぞれに、被災時のために様々な設備を導入することは、スペースの確保や非常時使用可能にするための定期的なメンテナンスなど、平常時には無駄と思えるコストが発生し続ける。例えば、運搬可能な設備は、広域防災拠点に複数配備しておき、被災状況に応じて必要場所に持ち込むなどの効率化を考えてもいい。
- ・同様に、日常使えるものは積極的に使用することで、被災時にも、平常と大きく変わらない環境とする整備の考え方も必要である。施設整備とともに、学校教育などに防災教育を位置づけることを日常化することも必要である。

【今後のよりよいシステム実現の観点から】

- ・現時点では、流行となっている（なった）再生可能エネルギーの研究開発は進んでいるが、それ以外のものは研究予算がつきにくいこともあり、実用に達していないエネルギーが多々ある。前述した「エネルギービジョン」に基づき、八戸市の理想のエネルギーシステムに基づき、市がイニシアチブをとり、研究開発支援をすることが望ましい。
- ・再生可能エネルギーは、自然そのものをエネルギー源とするため、水力発電など、発電方法は簡単ですぐにでも設置できるようなものでも、法的な縛りにより実現しにくいものが多い。非常時における再生可能エネルギーの活用を実現するためには、被災時の柔軟な法律の運用が可能な環境整備が必要である。

＜補論＞

＜補論 1＞

復興・生活再建に向けた避難所移動の考え方

1. 避難所の集約と生活再建

差し迫る危機への対処として、災害発生直後は被災地点から最寄の避難所（文教施設および公共施設が大半）への避難が原則である。そこで、二次災害の危険が無く、被災の程度が重くなければ、当日より帰宅する運びとなる。一方、断続的に災害が継続する可能性がある場合や被災の程度が重い場合、また、高齢であったり持病を持っていたりする場合には、避難所での長期生活を余儀なくされることも少なくない。

しかし、避難所たる学校は本来業務の遂行上、避難所としての長期利用は困難である。復興のためにも学校の再開は優先的に行われなければならない。そのため、一週間程度で公民館等公共施設への移動が求められることになる。八戸市の場合、小学校 47 箇所、中学校 24 箇所、高校等 5 箇所、公民館・その他 51 箇所が避難所として行政に登録されている。したがって、137 箇所の避難所の避難者たちを、51 箇所の避難所へ再配分することになる。

また、中長期の避難所生活が想定される場合、各避難者にとって生活再建上、より好ましい避難所への移動が望ましい（避難から復興へ）。例えば、職場が無事であっても職場から離れた避難所に避難している、職場が被災し移転したため避難所と職場が離れてしまった、出先で被災したため自宅と離れている等の事情を抱える避難者に対しては、生活再建支援・復興の両観点から、避難所の移動を認めた方が望ましいこともあり得る。

他方、避難所側にも容量が存在するため、だれもが自分にとって便利な避難所に入れるとは限らない。物資、収容人数やスタッフの関係で、1つあたり避難所の収容可能人数には上限がある。したがって、誰もが希望する避難所への移動を望むが、現実問題として容量制約がある以上、その希望をすべてかなえることは不可能である。そのため、避難所の集約および生活再建の支援のための、避難所移動ルールの構築が必要となる。その移動ルールに要求される要件として、「全体としての厚生最大化（「移動に関する希望の充足具合」の合計の最大化）」は一つの基準となろう。ただし、合計の最大化を図るばかりに、一部の人々に過大な我慢を強いるようなルールも望ましくない。その点に配慮をした、避難所移動ルールの考え方について、以下で検討を行う。

2. 移動ルールの優劣と多対一マッチング理論

移動に関するルールは多様なものが考え得る（先着順、独裁制、抽選…）。どのようなルールを用いても、移動を認めないよりは認めた方が人々の幸福は高まる可

能性を持っているが、より確実に、より高め得る移動ルールを採用する方が、公共政策として有益であることは論を待たない。その際、人々により本人にとって望ましい避難所へ移動してもらう問題を考えるならば、「直接本人に希望を尋ねる」アンケートの実施等が即座に思い浮かぶが、単純なアンケートでは上記目的を果たすことはできないのである。その理由は、「嘘をつく（「一番人気を避けて、あえて二番手狙い」等）ことで、自己に有利な状況とすることが可能となる」余地が排除できないからである。その結果、嘘をついた本人はよい状況を手に入れることができるが、そのために弾かれた人々の状態は悪化する。すなわち、単純に尋ねるだけでは人々の厚生（合計）が最大とはならないのである。したがって、嘘をつく動機を排除した上で（「対戦略性」を満たした上で）、結果が人々の厚生を最大とするような移動ルールを用いなければならない。その際、参考になるのが多対一マッチング理論である。

互いに、あるいは一方が選好順序（好きな順）を持つ主体間の組み合わせについて、効率的な組み合わせ（より好きなもの同士が組み合わせられるorより好いている人に配分される）を実現するためのルールを与える理論の一つが多対一マッチング理論である¹⁴。以下では、多対一マッチング理論の概要とアルゴリズムを簡潔に整理する（詳細については坂井豊貴(2010)、坂井豊貴・藤中裕二・若山琢磨(2008)を参照されたい）。

※多対一マッチング理論の概要

M 人の人員を W 個ある部門に配置する問題。

- 人員は $m = 1, \dots, M$ 。
- 部門は $w = M + 1, \dots, M + W$ 。
- 人員は部門に対して、部門は人員に対して選好 $\succsim_i$ を持つ。
- 記号 $\emptyset$ は「無所属」ないし「拒否」を意味する。
- 人員と部門の選好の組を $\succsim = (\succsim_1, \dots, \succsim_M, \succsim_{M+1}, \dots, \succsim_{M+W})$ で表す。
- 各部門はキャパシティー c_w （1 以上の整数）を持つ。
- 人員 m の所属先を $\mu(m)$ で表す。
- 記号 $|\mu(w)|$ は部門 w に所属する人数を表し、これはキャパシティー制約 $0 < |\mu(w)| \leq c_w$ を満たすものとする。

¹⁴代表事例として入学者（就職者）選抜が挙げられる。

- これらの条件を満たす、各人員 m に所属先 $\mu(m)$ を割り当てる関数 μ のことをマッチングという。
- マッチング μ が $\succeq$ の下で個人合理的であるとは、 $\mu(m) = w$ である全ての m, w について

$$w \succ_m \emptyset \text{ かつ } m \succ_w \emptyset$$

が成り立つことである。

[安定性]

マッチング μ が $\succeq$ の下で安定的であるとは、次の 2 条件が成り立つことである。

① μ は $\succeq$ の下で個人合理的である。

② $w \succ_m \mu(m)$ である m, w について考える。もし $|\mu(w)| = c_w$ ならば、 $\mu(m') = w$ であるどのような m' についても、 $m' \succ_w m$ である。もし $|\mu(w)| < c_w$ ならば、 $\emptyset \succ_w m$ である。

※安定マッチングは、誰もがそのマッチングから逸脱しようとする動機を持たないマッチングのこと。

上記の安定マッチングを、「嘘を言わずに（耐戦略性を満たして）」実現する手段（アルゴリズム）を以下で示す。

[（人員側）DA アルゴリズム]

ステップ 1

各人員は $w \succ_m \emptyset$ である部門の中で、一番好きな部門に出願する。 $w \succ_m \emptyset$ となる部門が無い人員は、無所属になることがこの時点で確定する。各部門は出願者のうち、 $m \succ_w \emptyset$ である人員を上位 c_w 人まで全てキープする。それ以外の人員は皆断られる。

→ 申し出側に最も行きたい相手を申告させる。受け手側は 自分の好みの順に、自らの定める 定員までの申告者をキープ（仮マッチ） する。

ステップ 2

ステップ 1 で断られた全ての人員は、これまで断られておらず、かつ $w \succ_m \emptyset$ である部門の中で、一番好きな部門に出願する。そのような部門が存在しない人員はこの時点で無所属になることが確定する。それぞれの部門 w はステッ

プ1でキープした人員とステップ2で出願してきた人員の中で $m >_w \emptyset$ である人員を、上位 c_w 人まで全てキープする。それ以外の人員は皆断られる。

→受け手に断られた申し出側に、まだ断られていない相手の中で、(相手が定員に達していようといまいと関係なく)次に行きたい相手を申告させる。受け手側は、これまでにキープした申告者と新たな申告者を区別することなく、自分の好みの順に定員までの申告者をキープする。従って、ステップ1で希望の相手にキープされていた申告者であっても、この段階でキープから外される可能性がある。

プロセスの終了

どの部門にも出願する人員がいなくなったステップでアルゴリズムは停止する。各人員は一つの部門に最高1回しか出願できないため、断られ続けても、彼の出願可能な部門は減る一方なので、必ずこのようなステップが訪れる。この時点で人員と部門のキープ関係を正式な所属関係として定める。

※DA アルゴリズムによって求められたマッチングは安定的であることが知られている（証明は文献に譲る）。また、このアルゴリズム（ルール）は対戦略性を満たすことも知られている（証明は上記文献に譲る）。

※ただし、このアルゴリズムによってもたらされたマッチングは、全ての安定マッチングの中で最も効率的ではあるが、安定的ではないマッチングの中には、この結果よりも効率的なマッチングが存在し得る。

※しかし、安定的ではないので「相思相愛」である主体同士が離れ離れとなるマッチングであり、このような安定的ではないマッチングを排除することは公平性の観点から望ましい。

上記の手段（DA アルゴリズム）を用いることで、（嘘をつくとかえって自己の状態が悪くなることから）人々は「正直な希望」を顕示することになり、より好ましい主体同士が結びつくこととなる。

この様な理論は絵空事ではなく、海外はもちろん、我が国の実際の政策にも応用されている。代表的には研修医マッチング制度が挙げられる。医師免許を得て臨床研修を受けようとする者と、臨床研修を行う病院の組み合わせについて、医師臨床研修マッチング協議会が2004年から用いている仕組みはDAアルゴリズムそのものである¹⁵（詳細は医師臨床研修マッチング協議会Webページ(<http://www.jrmp.jp/>)

¹⁵ これら政策については、Web ページ内に組み合わせアルゴリズムのイメージアニメが存在する。

等を参照されたい)。また、歯科医師についても研修医のマッチングにDAアルゴリズムが用いられている（歯科医師臨床研修マッチング協議会Webページ（<http://www.drmp.jp/index.shtml>）等を参照されたい）。他にも、付属高校から内部進学する際の大学学部選択制度に、このアルゴリズムを用いているケースもある。早稲田大学の付属高校（早稲田大学高等学院）から早稲田大学へ進学する際の学部選択には1960年代よりDAアルゴリズムが採用されているのである¹⁶。したがって、現実の政策として既に実施例が少なからず存在することから、DAアルゴリズムを用いたマッチングを公共政策として用いることに、倫理・道德上の障害が多いとは考えにくいといえる。

3. 避難所移動ルール

上記の多対一マッチング理論は、一般的な組み合わせ問題を対象にしたものである。そこで、避難所移動固有の状況を組み込むことで、避難所移動ルールを考えたい。まず、前節と大きく異なる点であるが、前節において「部門」とした避難所は、原則として受け入れ対象に対して選好を持たない（選り好みをしていない）存在である。避難を求める人々に対して、公平に開かれたものでなければならぬためである。ただし、避難所近隣の住人である、医療・介護等の事由がある等の優先順位は持つものとするが、この順位は固定されたもの（事前に有識者会議等で決定されている）とする。

また、 $\forall m, \forall w, w \succ_m \emptyset \wedge m \succ_w \emptyset$ を仮定することが必要となる。すなわち、避難所サイドから受け入れを拒絶したい被災者、被災者にとって行かない方がマシな避難所というものは、共に存在しないことを想定する。

この様な想定の下で、DAアルゴリズムによって被災者と避難所を組み合わせれば、安定的な組み合わせの中で、最も厚生を最大にすることが可能である。すなわち、被災者らにとって最も希望を実現した避難所移動が実現することとなる。ただし、このアルゴリズムが耐戦略性を満たすことを、全ての人々が直感的に理解することは難しいため、「正直に順番を申告することが、本人にとってベストな結果となる」旨を周知させることが必要ともなる。

4. 政策上の留意点

すでに政策として用いられている多対一マッチング理論ではあるが、避難所移動ルールとして用いる際には、別途検討すべき課題も残されている。第一に、避難所側の優先順位の設定をいかにして行うかという問題である。医療・介護等の事由に関しては比較的優先順位を与えやすいが、優先順位の検討に慎重を期す必要のある項目もあり得る。例えば、自宅の再建と職業復帰のどちらを優先して、被災者を受け入れるのかといった問題は、容易に答えが見つからないかもしれない。

¹⁶米国では公立学校の選択に際しても用いられている。

第二に、移動を認めるタイミングと回数を考えなければならない。避難所閉鎖等の事情で移動する場合は問題とはならないが、そうではない場合はいつ移動を行うのかを決定しなければならない。緊急時には個人の事情よりも生命の保護が優先されるのは当然であるから、そのタイミングは避難から復興へと移行する時点となるが、それはいつなのかを見定めることが必要となる。また、移動回数が増えれば費用の増加は免れない。その一方で、きめ細やかなサービスの観点からは、被災者の状態の変化が生じたならば、再移動をすることが望ましいことから、再移動の回数を実施可能な範囲で定めなければならない。

第三に、既得権の問題がある。移動を望まない（同じ避難所への移動を望む）被災者が、第一希望をかなえられなかった場合、いかに説得を行うのかは難しい問題となる。「全体の幸福のため」という理由で彼らを説得することは、現実には難しいかもしれない。その場合、あらかじめ所属する避難所は定期的に変更される可能性があることを、住民に周知しておくことが必要となる。

【参考文献】

- Gale, D. and Shapley, L. (1962) "College Admissions and the Stability of Marriage," *American Mathematical Monthly*, Vol.69, pp.9-15.
- Roth, A.E. (2008) "Deferred Acceptance Algorithms: History, Theory, Practice, and Open Questions," *International Journal of Game Theory*, Vol.36, pp.537-569.
- Shapley, L. and Scarf, H. (1974) "On Cores and Indivisibility," *Journal of Mathematical Economics*, Vol.1, pp.23-28.
- 坂井豊貴(2010)『マーケットデザイン入門 - オークションとマッチングの経済学 - 』ミネルヴァ書房.
- 坂井豊貴・藤中裕二・若山琢磨(2008)『メカニズムデザイン・資源配分制度の設計とインセンティブ-』ミネルヴァ書房.
- 佐々木宏夫(2004)『マッチング問題とその応用 - 大学入学者選抜の事例研究 (ゲーム理論と離散数学の出会い)』日本オペレーションズ・リサーチ学会 シンポジウム予稿集 Vol.51, pp.25-43.
- 医師臨床研修マッチング協議会ホームページ <http://www.jrmp.jp/>
- 歯科医師臨床研修マッチング協議会ホームページ <http://www.drmp.jp/index.shtml>

< 補論 2 >

震災時の移動の確保について

1. 移動の自由と優先順位の付与

震災発災直後は交通規制が敷かれ、緊急車両以外の通行が原則禁止される。避難においても徒歩による移動が原則となる（津波等からの避難はこの限りではない）。一方、応急処置の後、復旧・復興に向けての個人の活動・移動を認める段階において、十分に回復していない道路容量の下で、平時よりも旺盛な交通需要が生じ、かつ緊急物資の輸送を確保しなければならない状況下で、いかに優先順位を付与するかが課題となる。先の東日本大震災においては、被災地へアクセスする国道において渋滞が頻発し、支援物資の輸送に支障を来したことは記憶に新しい。

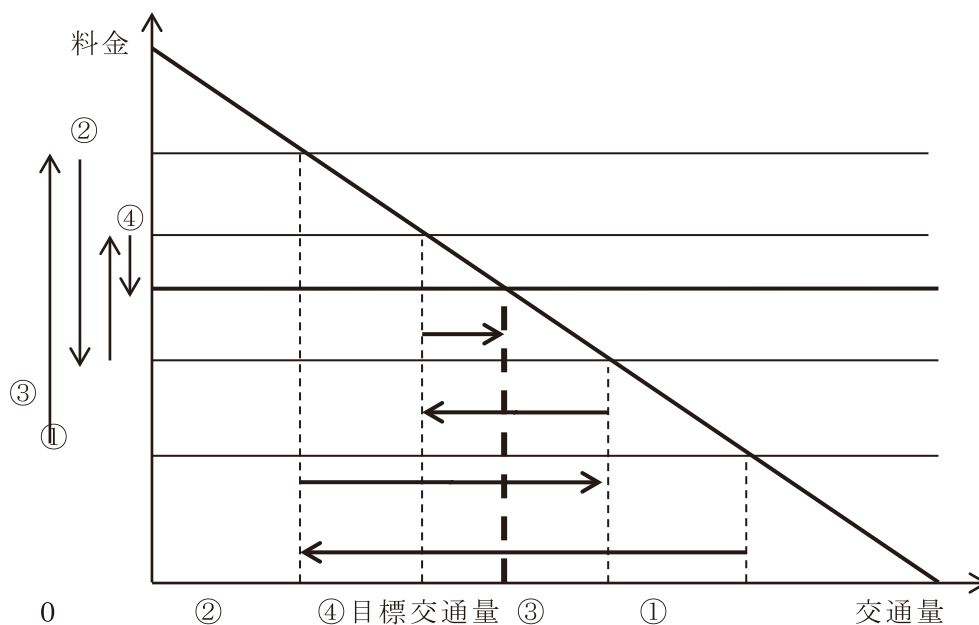
緊急物資の輸送は、無条件で優先されねばならないため、このための容量すら足りていない段階では、この種の問題は生じえない。問題は、残余の道路容量がある場合に、その容量をいかに（誰に）配分するのかである。輸送・移動は復興においてきわめて重要な役割を果たすことから、この残余の道路容量の有効な活用が、復興のスピードに与える影響も小さくない。

この問題に関して、規制当局（行政）が個別の事情（必要度・優先度）をいちいち判断することは不可能である。しかし、一律に禁止してしまえば復旧・復興の妨げになり、一方、全て許可してしまえば緊急物資の輸送を妨げることになる。そこで、一般用途に配分可能な道路容量を、より優先度の高い利用者に配分するための方法の検討が平常時以上に必要となる。その際に有効な手段として、料金制度の活用が挙げられる。

2. 交通需要管理と料金

道路容量の有効活用手段として、料金を用いる考え方は 1920 年代まで遡る。道路等施設の過剰利用状態が混雑であることから、料金の多寡によって利用状態をコントロールするという考え方である。一般の財・サービスであれば、需要が過大であれば価格が上昇、需要が過小であれば価格が下落することによって、需要量の調整が行われる。しかし道路は無料開放されているため、この調整が働かずに混雑が生じるのである。この道路交通需要管理のための道路課金は、一般にロードプライシングと呼ばれている。理論上の議論は複数存在するが、本論では震災時の道路容量の有効利用を問題としているため、その点には触れず、震災時に応用可能なロードプライシングの一形態として、Baumol-Oates 税を紹介する。

※Baumol-Oates 税：事前に設定された利用水準を達成するために、価格を調整する課金のこと。過剰利用が見られた場合には価格を上昇させ、過少利用が見られた場合には価格を下落させる。

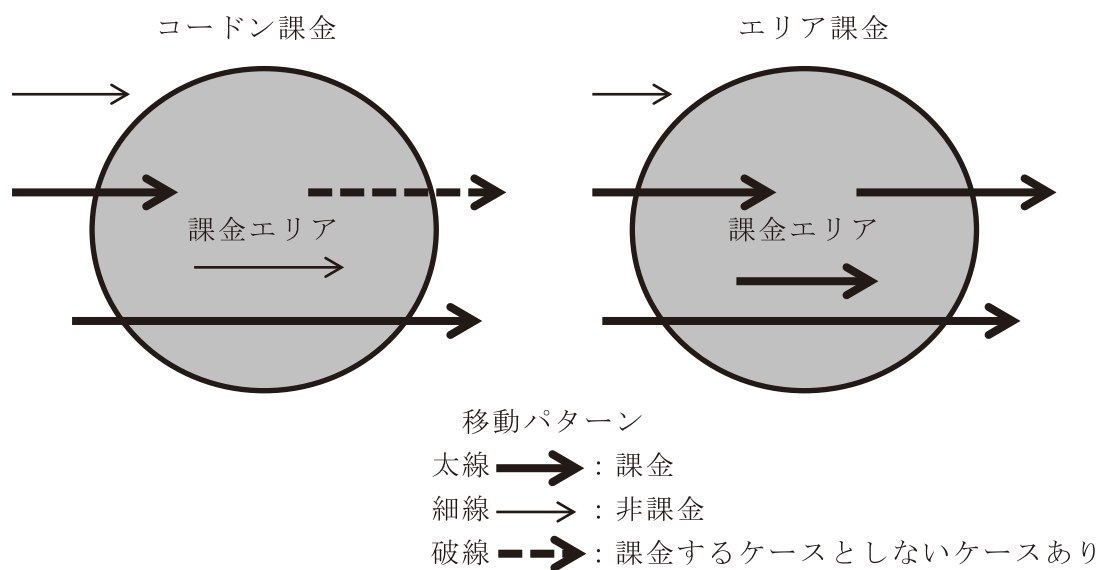


図補 1 Baumol-Oates 税のイメージ

・課金方法

コードン課金：設定されたライン（コードン）を跨いだ際に料金所や ETC で課金。

エリア課金：指定エリア内に滞在する際に許可証等で課金。



図補 2 コードン課金とエリア課金

※コードン課金はストックホルム、シンガポール、ベルゲン、オスロ、エリア課金はロンドン、ニューヨークで実施中。

・ロンドン（イギリス）のケース

ロンドンでの道路課金は平時の混雑対策を目的としたものであるが、本節の議論も非常時とはいえ、混雑対策を目的としたものであることから、施策の有効性を確認する意味で、事例を紹介する。

1) 課金方法

エリア課金。

2) 導入時期

セントラルロンドン：2003年2月、西側エリアへの拡大：2007年2月。

3) 導入の背景・経緯

ロードプライシングの議論は、1964年の英国スミードレポートを契機としている。英国では渋滞問題の深刻化、技術革新による課金の技術的実現可能性の向上などを背景に、1991年から交通省がロードプライシングの検討を開始、その後導入の法的根拠が形成され、ロードプライシング導入を公約として当選した市長がThe Greater London Congestion Charging Order 2001を修正の上承認し、導入に至った。なお、導入時の課金額は、5£でピーク時の交通量が10%減少すると予測されたことを参考に設定（ROCOL Report¹⁷）しており、導入前に様々な市場調査を実施している。また、行動推計モデルのパラメータには、トリップ目的、事故率、需要弾力性、時間価値などが用いられた。

4) 課金スキーム

①課金目的

主な目的は渋滞緩和、バス交通の改善。

②課金対象箇所（路線）

セントラルロンドン（Inner Ring Roadの内側）（22km²）＋拡大エリア（17km²）

③課金対象車両

エリア内を通行する車両が対象で、二輪車・タクシー・緊急車両・9席以上の公共バス等は免除。登録した障害者車両、代替燃料（CNG、水素等）利用車両等は100%割引、エリア内の住民（要登録）は90%割引。

¹⁷ Road Charging Options for London: A Technical Assessment（2000年3月）。

④課金対象日時

平日の 7:00～18:00

⑤課金額

全車種一律 8 ポンド/日である。なお、翌日の深夜 0 時までに支払えば 10 ポンドだが、それまでに支払われない場合は 120 ポンドの違反金が課される。

⑥課金・徴収方法

事前又は当日に入域許可証を購入（市内の自動支払い機、郵便為替、電話、インターネット、携帯電話のメール等で販売）する。デジタルカメラでナンバープレートを確認し、入域許可証を取得した車両のデータベースと照合する。



図 3.1 ロンドンの混雑課金のエリア（西方拡大後）

出典) Transport for London (July 2008) 『Impacts Monitoring – Sixth』

⑦課金収入の使途

公共交通機関の改善と運賃引下げ、歩行者、自転車利用者のための環境整備等。

5) 導入後の変遷とその背景

2004 年

- ・ クレジット、デビットカードを支払方法に追加：利便性向上のため
- ・ NHS (National Health Service) と Crown Estates Paving Commission を 100% 割引、課金エリア外の居住者で、駐車場を課金エリア内とせざるを得

- ない居住者に 90%割引を追加：障害者や課金エリア周辺住民に対する配慮
- ・ fleet 契約の対象を拡大：物流事業者への配慮
- ・ 支払拒否者に対する罰金額の引き上げ（80 ￡ → 100 ￡）

2005 年

- ・ 課金額を 5 ￡ → 8 ￡（一般車両）へと引き上げ（fleet 契約割引、月間、年間契約に対する 15%割引を合わせて適用）：西方拡大に向けて、既存地域の 2～6%の追加の交通量削減を行うため

2006 年

- ・ Pay-Next-Day（当日深夜まで extra charge はなし、翌課金日までは 10 ￡）を導入：事前支払手続きが困難であった利用者等に対する救済措置

2007 年

- ・ 課金エリアの西方拡大：導入当初から検討されていたもので、当初エリアでの課金による便益を拡大するためである。なお、TfL (Transport for London) 発表の文書では、西方拡大の理由として①混雑削減、②課金の拡大が交通量削減に対して最も有効な手段であること、③バス運営の信頼性向上、④交通改善に用いるための純収入を増加させる、⑤ビジネスの効率性に資すること、⑥他の混雑削減施策を上手く統合できること、⑦課金エリアの快適性向上、⑧柔軟性のある施策であること、⑨相対的に素早く導入可能であることの 9 項目を挙げている。
- ・ 課金終了時間を 18:30 → 18:00 繰上げ：課金エリア拡大の補償措置

6) 課金に対する評価

実施前(2001 年 7 月)にロンドン RP 詳細実施計画に対して市民協議を行った。賛否の結果は以下のとおりであり、この結果（賛否の他に内容の協議を行っている）をもとに実施計画を修正、再協議の上、最終決定した。

- ・ 利害関係者：賛成 56%、反対 13%（回答数 149）
- ・ その他組織：賛成 25%、反対 39%（回答数 232）
- ・ 一般市民：賛成 36%、反対 47%（回答数 1,893）

課金エリアの西方拡大計画に対して一般公衆等へ問合せを行った結果（全住民回答数 82,396、企業回答数 18,494）、既存の制度については全住民の 55%、中心地区住民の 71%、企業の 49%が有効であると回答し、西方拡大については全住民の 62%、拡大予定地区住民の 66%、企業の 72%が不支持であったが、市長の強い意向により西方拡大が実施された。なお、実施による効果は以下の通りである。

- ・ 課金区域内（セントラルロンドンのみ、西方拡大前）は実施前後の比較で流入交通量が 14%減少し、流出交通量も 18%減少、また、渋滞（車両利用者が経験する渋滞損失時間）は平均 30%減少

- ・西方拡大地域内では、拡大前後の比較で交通量が 14%減少

3. 震災時の交通需要管理施策としてのロードプライシング

道路への課金については、混雑対策・環境対策等、様々な目的とそれに応じた手段があり得るため、ここで震災時の道路需要管理を目的とした場合の手段について整理する。

- ・課金目的：緊急車両等の利用残余の道路容量を、緊急車両等の移動を妨げない範囲で一般利用者に開放し、復旧・復興の促進を図る。
- ・課金額の設定：Baumol-Oates 税に従い、開放可能な道路容量と利用量が一致する水準に調整（事前にある程度推定を行う必要あり）。
- ・課金方法：エリア課金（震災時に料金所での都度の料金収受や ETC 等電子機器を用いた課金を行うのは現実的ではない）。入域許可証（日単位）の事前購入等。
- ・取り締まり：ステッカー等入域許可証を警察あるいは監視員がチェック（平時であればランダムチェックは市民の不公平感をあおるが、非常時であればチェックの多少の漏れは大きな不満にはつながらないと考えられる）。
- ・課金エリアの設定：目的に照らし、緊急車両・緊急物資輸送車両が移動する可能性のあるエリア。
- ・課金収入の使途：本来は限定されないが、復興支援に使途拘束することが市民の理解を得るうえで必要。

※混雑が生じていない箇所を有料とすると「なぜ有料なのか」との批判が生じる可能性があるが、無料にした場合に有料エリアを避けた車両が押し寄せることによる混雑を防止する上で、緊急車両が移動する全エリアとすることが妥当と考えられる。

4. 課題

料金を用いた需要管理施策の有効性は実証されているものの、実際の政策としては対処すべき課題も存在する。第一に、利用者の負担能力が同一ではないことである。さらに被災時は、平時に増して金銭負担能力に限りがあるとも考えられる。このような中では、支援目的の一時金等を活用する（支援の一環として入域許可証を被災者に限って無料配布する等）ことなどが考えられる。第二に、課金収入の使途がある。徴収した料金の使途次第で賛否が大きく分かれることは、過去の事例より

明らかである（行政の徴税強化との批判を受ける恐れ）。そこで、市民の合意が得られる使途（例えば復興目的）に限定するなど、使途拘束的であることが不可欠となる。

【参考文献】

- 1) Transport for London ホームページ : <http://www.tfl.gov.uk/>
- 2) Transport for London (July 2008)『Impacts Monitoring - Sixth Annual Report』
- 3) Transport for London (July 2007)『Impacts Monitoring - Fifth Annual Report』
- 4) Transport for London (January 2006)『Impacts Monitoring - Fourth Annual Report』
- 5) Transport for London (April 2005)『Impacts Monitoring - Third Annual Report』
- 6) Transport for London (April 2004)『Impacts Monitoring - Second Annual Report』
- 7) Transport for London (Jun 2003)『Impacts Monitoring - First Annual Report』
- 8) Government Office for London (March 2003)『ROCOL Report (Road Charging Options for London: A Technical Assessment)』
- 9) (財)道路経済研究所 H14.3『ロードプライシングのフィージビリティに関する研究（道経研シリーズ A-90）』
- 10) (財)道路経済研究所 H14.10『大ロンドン（セントラルゾーン）混雑課金命令 2001 ロンドン市長への報告（道経研シリーズ A-96）』

おわりに

本研究では、第一に防災拠点とは何かについて明らかにした。第二に、防災拠点への再生可能エネルギーの導入に関する条件を検討した。第三に、防災拠点への再生可能エネルギー導入等に関する提言を行った。

参考資料

(第2章Ⅰ)

特定非営利活動法人循環型社会創造ネットワーク(CROSS)

「平成 24 年度災害時避難施設等再生可能エネルギー可能性調査事業」調査報告書
(2013 年 3 月)

(第2章Ⅱ)

再生可能エネルギー

<http://メリットデメリット.com/energy/renewable.html>

図解 新エネルギーのすべて 改訂版 (社)化学工学会

図解雑学 エネルギー 佐藤正知・蛭沢重信、ナツメ社
経済産業省資源エネルギー庁

<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/renewable/solar2/>

化石燃料

ウィキペディア フリー百科事典

http://www.nef.or.jp/enepolicy/sub01_02.html

小水力発電

http://www.taiyoukouhatsuden1.jp/micro_water/

<http://webinsight.web.fc2.com/ecotech/energy/newenergy/waterpower/waterpower00.html>

<http://j-water.jp/about/index.html#about01>

小水力発電事例集 2011、全国小水力利用推進協議会、J-WatER

<http://j-water.jp/about/index.html>

<http://www.chunichi.co.jp/article/living/life/CK2013093002000005.html>

太陽光発電システムの導入費用

<http://kakaku.com/taiyoukou/price.html>

文科省の方針

http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/attach/1279460.htm

太陽光導入実績

長野県高等学校

http://www.enecho.meti.go.jp/ohisama_power/jirei/

<http://www.otias-group.co.jp/business/koukyou.html>

熊本：<http://www.exeo.co.jp/jigyoudenki/index.html>

小諸市：

<http://www.city.komoro.nagano.jp/www/contents/1288245589258/index.html>

蓄電池関連の補助金

<http://www.kankyo-business.jp/subsidy/accumulator/>

別添資料

文部科学省

「太陽光発電の導入に向けて検討するための基本的な留意事項」

文部科学省においては、公立学校における太陽光発電の導入について、各学校設置者より指摘された技術上の課題に対し、導入に向けて検討するための基本的な留意事項をまとめました。各学校設置者におかれては、これを参考とし、統廃合の計画等がある場合を除いて、全ての公立学校において、導入に向けた検討を早急に行っていただくようお願いいたします。

1. 太陽電池の設置場所の確保と安全性の確認について

(1) 校舎、体育館の屋上、屋根に設置スペースがある場合

ア. 設置場所の確保等

設置場所について十分なスペース※¹や発電量に有利な方位※²を確保すること※³。

※¹ 1.空調設備の室外機や高置水槽等の機械設備等のスペース、児童生徒が屋上で活動する計画とする場合のスペースの確保、2.勾配屋根の場合、設置できる形状かなどの検討が必要。例えば、結晶系の10kwシステムを設置する場合、面積は約85～100 m²。

※² 設置方位は真南向が最適。真東、真西に設置しても真南に比べ結晶系太陽電池では約15%の発電量低下となるが、十分に設置可能。

※³ 十分なスペースや有利な方位が確保できなくても、規模を工夫するなど限定的でも導入を検討することは可能。

イ. 構造上の安全性の確認

構造種別を問わず、太陽電池を屋上や屋根に設置した際の構造上の安全性の確保について、以下により確認すること。その際、設置する太陽電池等が地震力による転倒に対して安全であることも確認すること。

これらの確認は、必要に応じて設計事務所等を確認して行うこと。

a. 旧耐震基準の建物

耐震補強工事に併せて太陽電池等を設置するにあたり、太陽電池等の荷重も考慮して耐震補強計画を立てること。

b. 新耐震基準または耐震補強後の建物

【屋上に設置する場合】

設置する太陽電池アレイ※4 の荷重に対して、1.屋上に設置している空調室外機等の機械設備、2.児童生徒が屋上で活動する場合の児童生徒などの荷重も考慮した上で、構造上の安全性の確保について確認すること。

万が一、設計上の積載荷重に余裕が無い場合、1.校舎の庇や壁、プールの屋根、校庭等への設置、あるいは、2.建物の補強工事を併せて行うことによる屋上への設置について検討すること。

※4 複数の太陽電池モジュール（パネル）を複数枚、直列あるいは並列に結線し架台等に取り付けた太陽電池群。

重量については、例えば、結晶系の 10kw システムを設置する場合、太陽電池モジュール本体は約 1,000kg、架台は条件により異なるが、おおよそ 1,500～2,500kg 程度。面積は約 85～100 m²。

【勾配屋根に設置する場合】

設置する太陽電池モジュールの荷重※5 も考慮した上で、構造上の安全性の確保について確認すること。

また、必要に応じ、屋根の重量の軽減を図る（屋根建材型のパネルに置き換える）等の工夫を行うこと。

なお、工夫を行っても、設計上の固定荷重に余裕が無い場合、1.校舎の庇や壁、プールの屋根、校庭等への設置、あるいは、2.建物の補強工事を併せて行うことによる屋根への設置について検討すること。※5 屋根部分のシステムの重量は、例えば、3kW システムで約 300 ～ 500kg 程度。

c. 今後、新たに新增築、改築する建物

屋上や屋根に設置する場合、太陽電池アレイの荷重を考慮して屋上の設計上の積載荷重、あるいは屋根の設計上の固定荷重を計算すること。

ウ. 積雪荷重、風圧力の検討

積雪荷重、風圧力に耐えられる太陽電池モジュール・架台を導入すること。
また、太陽電池アレイの傾斜角度について、発電効率に留意しつつ、10 ～ 20cm の積雪の自重で、容易に滑落し、氷結しにくい角度にして設置すること。
また、景観や風圧力を考慮しつつ、積雪により周囲の雪に埋没しない高さに設置すること。

エ. 児童生徒の墜落防止等の安全性の確認

太陽電池の屋上への導入に伴い、環境教育のため児童生徒等が屋上で活動する計画とする場合は、設計上の積載荷重に余裕があることを確認し、行われる活動内容・活動形態に応じてスペースを確保するとともに、必要な保護ネット、柵等を設けるなど、墜落事故に対し、十分に安全性を確保した計画とすること。

また、屋上への出入口は、児童生徒が容易に出ることのないよう適切な施錠管理を行うとともに、太陽電池モジュールや搭屋等のタラップについては、児童生徒等が容易に登ることのないよう配慮すること。

（２）校舎、体育館の屋上や屋根に設置スペースが無い場合

校舎の庇や壁、プールの屋根、校庭等へ設置する場合は、教育活動上の支障や、児童・生徒への安全性の配慮、モジュールの損害防止の措置、積雪・強風等への対策について、十分に検討し、必要な措置を講ずること。

２．その他の技術的な検討事項について

（１）塩害地域における対策

塩害地域では、塩害に対応した太陽電池モジュールと施工部材を用いるとともに、パワーコンディショナー※⁶等は、周囲温度が 40℃を超えないよう処置した上で屋内に設置するなどの対策を講じること。

※⁶ 太陽電池が発生する直流電力を最大限引き出すように制御するとともに、交流電力に返還する装置

（２）寒冷地域における対策

太陽電池モジュールや施工部材の隙間に入った水の凍結・融解が問題とならないような対策を講じること。

（３）屋上、屋根防水の状態の確認

屋上、屋根防水の劣化状況を確認し、太陽電池モジュールの期待寿命が 20 年以上であることを考慮して、太陽電池の導入に併せて屋上防水の更新工事を行うことが効率性、経済性の観点から必要であれば実施すること。

（４）維持管理と点検作業

太陽光発電システムは、メンテナンスフリーに近く、消耗部品は無いが、パワーコンディショナー内のコンデンサ等は、経年変化の状況により、一部の部品交換を行う必要がある。

また、20kW 以上の場合※⁷、電気事業法に基づき定期点検を行うこと。日常点検については、目視とシステムに付属の各種計器による確認を行うことが望ましい。

※⁷ 平成 23 年 6 月 30 日付け経済産業省令第 34 号にて、電気事業法施行規則の一部が改正され、法定点検が必要な太陽光発電は 50kW 以上になっている。

（５）余剰電力の売電

放課後や休日における余剰電力の売電により利益が見込まれる場合は、売電用の

取引メーターの設置について積極的に検討すること。

3. 環境教育の教材としての活用について

太陽光発電は、発電量モニターを設置するなど、環境教育の教材として活用すること。また、学校の太陽光発電の活用が、家庭や地域に対し、先導的役割を果たすように努めること。

避難者数(3月11日～3月31日)

	避難場所	3月11日			3月12日				3月13日			3月14日			3月15日			3月16日										
		午後8時	午後10時	午後11時	午前0時	午前10時	午後2時	午後8時	午前10時	午後3時	午後8時	午前10時	午後3時	午後8時	午前10時	午後3時	午後8時	午前10時	午後3時	午後8時								
1	市川公民館																	24	31									
2	海上自衛隊体育館		600	600	770	770	770	920	475	200	298	100	80	300	100	148	152	170	176	153								
3	多賀台小学校	40	107	107	140	180	120	120	121	26	56	3	8	8	43	43	28	9										
4	市川中学校		190	190	157	170	140	140	140																			
5	多賀小学校	73	海自体育館へ移動			午前5時閉鎖																						
6	尻引生活館	全員帰宅																										
7	多賀台生活館	多賀小学校へ移動																										
8	湊公民館	300	300	300	300	250	250	250	250	80	130	40	60	90	83	28	52	23	33	38								
9	湊中学校	40	40	40	40	42	26	32	32	17	19	19	20	10	10													
10	湊小学校	100	100	100	100	15	15	18	18	20	13	13	10	7														
11	東中学校	9	21	21	21	16	16	21	17																			
12	水口キ長根生活館					0	0	0	30																			
13	白銀公民館	289	280	369	365	250	250	250	250	65	62	22	35	58	57	53	48	25	12	16								
14	三嶋神社			100	100	150	150	110	110	27	49	43	4															
15	青森労災病院		100	100	100	100	100	30	30																			
16	白銀小学校	29	白銀公民館へ移動			0 午前11時閉鎖																						
17	白銀中学校	17	午後10:40全員帰宅			午前5時閉鎖																						
18	白鷺小学校			0	0																							
19	鮫公民館	30	30	30	30	25	25	25	20	11	21	3	5	16	7	11	16	16	32	36								
20	種差生活館								0	0	0	5	5	6	3	3	7	6	4									
21	鮫生活館	30	17	17	17	17	17	17	18	17	20	20	22	22	20	20	20	20										
22	鮫小学校	60	60	60	60	16	16	16	25	4	8	6	7	5	4	3												
23	鮫中学校	25	25	25	25	50	50	18	20	4	4																	
24	八戸シーガルビューホテル		49	49	49	49	49	24	20																			
25	南浜中学校	18	30	30	30	7	9	12	8																			
26	金浜小学校	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3																	
27	種差小学校	0	0	0	0																							
28	根岸公民館		0	40	40	40	40	40	17	3	8	8	10	13	5	5	2	1	1	2								
29	高館小学校		50	50	60	60	60	10	10	0	8	3	11	7	3	0	3											
30	日計ヶ丘小学校	140	100	100	100	143	143	143	143	65	47	20	4	14														
31	北穂中学校	497	497	497	497	40	40	40	250	0	19	2																
32	城北小学校	500	500	500	500	500	36	100	100																			
33	根岸小学校	200	200	200	200	100	100	34	34																			
34	下長公民館	4	8	8	8	7	7	8																				
35	下長中学校	5	12	0	0																							
36	三八城公民館	100	130	130	130	110	110	110	70	15	16	12	30	18	17	15	12	11	18	28								
37	はっち	120	300	300	230	230	230	230	230	36	43	33																
38	第二中学校	20	17	60	60	60	60	31	40																			
39	城下小学校	1,000	1,000	1,000	1,000	130	130	200	200	40	60																	
40	市役所		170	170	170	170	170	170	20	8																		
41	長根集会所			12	12	12	10	10	10																			
42	八戸小学校	8	8	長根集会所へ移動																								
43	福祉公民館	7	8	12	12	9	9	28	21	3	7	5	3	6	6	6	5	8	8	7								
44	盲学校、聾学校				60	60	35	30	35	5	18	11	7	7	9	9												
45	第三中学校	200	200	200	200	32	53	53	17	10	11																	
46	柏崎公民館	20	34	34	34	34	34	25	6	4	5																	
47	総合教育センター			3	3	3	3	0	午前0時閉鎖																			
48	江陽中学校	800	800	800	800	1,000	1,000	420	420	50	70	30	130	22	40	21	18	12										
49	江陽小学校	200	200	200	200	400	400	220	174	4	14	5																
50	小中野中学校	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	600	300	170	60	40	11	6														
51	小中野小学校	200	200	200	200	60	100	130	170	39	35	19	12															
52	上長公民館	100	56	56	56	48	48	70	60	8	7																	
53	三糸小学校	300	150	150	200	110	110	130	150																			
54	農業交流研修センター	12	12	12	12	23	23	23	23																			
55	東横イン(八戸駅)					200	200	200	30																			
56	コンフォートホテル(八戸駅)					50	50	50	50																			
57	八戸西高等学校							700	400																			
58	三糸中学校	200	0	0	0	0	0	15																				
59	吹上公民館	30	30	30	30	6	6	6	22	2	6	0	0	2	2	0	2	2										
60	第一中学校	29	30	50	50	17	19	19	19																			
61	吹上小学校	吹上公民館へ移動																										
62	長者小学校	9	28	28	28	14	14	14	15	7	7	1	1	4	2	1	1											
63	長者中学校	1		0	0	16	16	16	16																			
64	園南小学校	3	3	3	3	午前5時閉鎖																						
65	根城公民館	61	61	61	61	69	69	63	9																			
66	根城中学校	20	29	29	29	29	29	30	35																			
67	田面木公民館	10	28	28	28	34	34	34																				
68	松園町集会所		40	40	40	14	19	33																				
69	白山台中学校	5	20	20	20	4	7	14	12																			
70	明治中学校	7	6	6	6	0	0	午後7時閉鎖																				
71	旭ヶ丘会館	20	20	0	0	0	25	30	30	11	11	発災直後は、停電による混乱と電話回線の輻輳により、避難者数の把握は困難を極めた。また、表に掲載の避難所以外に、3月11日～12日に白山台小学校に2人、城北会館に6人が避難したことが報告されている。																
72	東体育館	70	45	45	45	60	60	73	午前7時閉鎖																			
73	新井田小学校		10	9	9	9	9																					
74	大館公民館					午前9時全員帰宅																						
75	旭ヶ丘小学校	0	0	0	0																							
76	是川小学校	30	30	30	8	23	23	20	11	3	11																	
77	是川公民館	1	0	0	0	0	0	午後8時閉鎖																				
78	南郷公民館	10	10	10	10	10	10	10	10																			
79	中沢中学校	10	0	0	0																							
80	南郷文化ホール	南郷公民館へ移動																										
	計	7,811	8,793	9,063	9,257	7,845	7,347	7,388	5,046	1,087	1,256	478	504	625	420	366	362	304	310	315								

色付きは、市指定避難所ではない施設

最大避難者数

発災直後は、停電による混乱と電話回線の輻輳により、避難者数の把握は困難を極めた。また、表に掲載の避難所以外に、3月11日～12日に白山台小学校に2人、城北会館に6人が避難したことが報告されている。

3月17日			3月18日			3月19日			3月20日			21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日	31日	避難場所	
午前10時	午後3時	午後8時	午前10時	午後3時	午後8時	午前10時	午後3時	午後8時	午前10時	午後3時	午後8時													
7	4	39	45	45	45	47	47	47	47	47	46	46	48	48	49	49	46	43	35	35	35	35	市川公民館	1
144	140	221	145	144	142	143	143	143	137	131	132	132	116	122	119	119	119	113	115	115	115	115	海上自衛隊体育館	2
																							多賀台小学校	3
																							市川中学校	4
																							多賀小学校	5
																							尿引生活館	6
																							多賀台生活館	7
30	56	55	55	55	57	57	57	57	57	57	55	52	52	52	52	51	47	44	44	44	45	45	湊公民館	8
																							湊中学校	9
																							湊小学校	10
																							東中学校	11
																							ホロギ長根生活館	12
12	13	13	12	13	12	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12	白銀公民館	13
																							三嶋神社	14
																							青森労災病院	15
																							白銀小学校	16
																							白銀中学校	17
																							白鷗小学校	18
30	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26	27	27	26	26	26	26	26	鮫公民館	19
0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	種差生活館	20
																							鮫生活館	21
																							鮫小学校	22
																							鮫中学校	23
																							八戸シーガルビューホテル	24
																							南浜中学校	25
																							金浜小学校	26
																							種差小学校	27
2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	根岸公民館	28
																							高館小学校	29
																							日計ヶ丘小学校	30
																							北稜中学校	31
																							城北小学校	32
																							根岸小学校	33
																							下長公民館	34
																							下長中学校	35
18	16	16	14	14	9	16	16	15	15	15	15	15	8	7	7	6	6	6	6	5	5	5	三八城公民館	36
																							はっち	37
																							第二中学校	38
																							城下小学校	39
																							市役所	40
																							長根集会所	41
																							八戸小学校	42
7	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	2						福祉公民館	43
																							盲学校、聾学校	44
																							第三中学校	45
																							柏崎公民館	46
																							総合教育センター	47
																							江陽中学校	48
																							江陽小学校	49
																							小中野中学校	50
																							小中野小学校	51
																							上長公民館	52
																							三条小学校	53
																							農業交流研修センター	54
																							東横イン(八戸駅)	55
																							コンフォートホテル(八戸駅)	56
																							八戸西高等学校	57
																							三条中学校	58
																							吹上公民館	59
																							第一中学校	60
																							吹上小学校	61
																							長者小学校	62
																							長者中学校	63
																							岡南小学校	64
																							根城公民館	65
																							根城中学校	66
																							田面木公民館	67
																							松園町集会所	68
																							白山台中学校	69
																							明治中学校	70
																							旭ヶ丘会館	71
																							東体育館	72
																							新井田小学校	73
																							大館公民館	74
																							旭ヶ丘小学校	75
																							是川小学校	76
																							是川公民館	77
																							南郷公民館	78
																							中沢中学校	79
																							南郷文化ホール	80
250	268	384	311	312	305	315	315	315	309	303	301	298	276	281	278	276	266	251	245	244	245	245	計	

避難者数(4月1日～4月30日)

	避難場所	4 月																													
		1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日	18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	30日
1	市川公民館	35	35	35	33	33	36	36	36	36	36	33	33	30	30	30	28	20	15	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3
2	湊公民館	43	42	42	40	40	40	39	56	39	39	40	40	41	40	40	40	40	40	40	39	39	39	37	37	27	26	21	20	18	5
3	白銀公民館	12	11	11	11	11	11	19	12	12	12	12	11	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
4	鮫公民館	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	21	21	20	20	18	18	18	17	17	17	17	9	4	4	1	1	1	休止
5	海上自衛隊	115	115	115	106	103	104	97	109	97	85	70	69	61	60	52	47	34	14	休 止											
6	種差生活館	5	5	5	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	休 止												
7	三八城公民館	5	5	5	5	5	5	5	13	6	6	5	5	2	2	休 止															
8	根岸公民館	2	2	2	休 止																										
9	福祉公民館																														
	計	243	241	241	224	221	226	218	263	220	208	190	189	175	162	152	144	120	89	65	64	63	63	61	53	36	35	27	26	24	10

避難所的一天

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00
就寝・消灯						起床	朝食					昼食						夕食				就寝・消灯		

参考日	平成23年3月23日(停電回復から約10日後)																						
場所	避難所(公民館) 1箇所																						
起床時間	6:00																						
就寝時間	21:30																						
部屋使用状況	和室1室、玄関ロビー、トイレ、調理室																						
電気使用状況	和室・・・テレビ1台(起床～就寝まで)、部屋照明(一日中) 玄関ロビー・・・照明(夜間のみ)、ポータブルラジオ(起床～就寝まで) トイレ・・・照明(一日中) 調理室・・・冷蔵庫(一日中)、照明(食事配布の際に一時的に使用)																						
ストーブ使用状況	和室・・・対流式石油ストーブ1台(起床～就寝まで) 玄関ロビー・・・対流式ストーブ1台(一日中)																						
その他	・入浴は、入浴施設の厚意により無料入浴で対応。 ・新聞無料提供。 ・市保健師による健康診断あり。 ・朝食、昼食、夕食とも、市からの配給食料(弁当orパン)でまかなう。調理器具の使用なし。 ・日中、避難者がいなくなった(一時的に帰宅)際、電気は消していた(従事職員から確認)																						

指定避難所の資機材整備状況について

平成25年4月1日現在

番号	施設名	通信設備				発電設備		照明器具			備蓄品		
		災害時優先電話	特設公衆電話	卓上型PHS(イデック) (H24.3設置)	MCA無線機 (H24.1 設置)	ガス発電機	ガソリン発電機 (H24.3配備)	ライト (H24.2 配備)	コードリール (H24.3 配備)	対流式ストーブ (H24.3 配備)	暖房器具・防寒具	毛布	その他備品 トランシーバー (H24.3配備)
1	八戸小学校	1		1	1		1					100	
2	城下小学校	1		1	1		1					500	
3	吹上小学校	1		1	1		1						
4	長者小学校	1		1	1		1						
5	関南小学校	1		1	1		1						
6	中居林小学校	1		1	1		1						
7	柏崎小学校	1		1	1		1						
8	小中野小学校	1		1	1		1					1020	
9	江陽小学校	1		1	1		1					200	
10	湊小学校	1		1	1		1					100	
11	青柳小学校	1		1	1		1						
12	白銀小学校	1		1	1		1					100	
13	白鷺小学校	1		1	1		1					100	
14	白銀南小学校	1		1	1		1						
15	町畑小学校	1		1	1		1						
16	美保野小学校	1		1	1		1						
17	鯉小学校	1		1	1		1					100	
18	種差小学校	1		1	1		1					50	
19	大久喜小学校	1		1	1		1						
20	金浜小学校	1		1	1		1					30	
21	根城小学校	1		1	1		1						
22	白山台小学校	1		1	1		1						
23	江南小学校	1		1	1		1						
24	田面木小学校	1		1	1		1						
25	下長小学校	1		1	1		1						
26	城北小学校	1		1	1		1					500	
27	高館小学校	1		1	1		1					100	
28	根岸小学校	1		1	1		1					50	
29	日計ヶ丘小学校	1		1	1		1					200	
30	是川小学校	1		1	1		1						
31	是川東小学校	1		1	1		1						
32	三条小学校	1		1	1		1						
33	西園小学校	1		1	1		1						
34	明治小学校	1		1	1		1						
35	桔梗野小学校	1		1	1		1						
36	藤木小学校	1		1	1		1						
37	多賀小学校	1		1	1		1					100	
38	多賀台小学校	1		1	1		1					100	
39	豊崎小学校	1		1	1		1						

指定避難所の資機材整備状況について

平成25年4月1日現在

番号	施設名	通信設備				発電設備		照明器具		備蓄品		その他備品
		災害時優先電話	特設公衆電話	卓上型PHS(4ライン) (H24.3設置)	MCA無線機 (H24.1 設置)	ガス発電機	ガソリン発電機 (H24.3配備)	ライト (H24.2 配備)	コードリール (H24.3 配備)	対流式ストーブ (H24.3配備)	暖房器具・防寒具	
40	新井田小学校	1		1	1		1					
41	松館小学校	1		1			1					
42	旭ヶ丘小学校	1		1	1		1					
43	市野沢小学校	1		1	1		1					
44	中野小学校	1		1			1					
45	嶋田小学校	1		1			1					
46	島守小学校	1		1	1		1					
47	田代小・中学校	1		1	1		1					
48	第一中学校	1		1	1		1					
49	第二中学校	1		1	1		1				100	
50	第三中学校	1		1	1		1				200	
51	長者中学校	1		1	1		1					
52	小中野中学校	1		1	1		1				500	
53	江陽中学校	1		1	1		1				500	
54	湊中学校	1		1	1		1				100	
55	白銀中学校	1		1	1		1				100	
56	白銀南中学校	1		1			1					
57	鯉中学校	1		1	1		1				100	
58	南浜中学校	1		1	1		1				100	
59	根城中学校	1		1	1		1					
60	下長中学校	1		1	1		1					
61	白山台中学校	1		1	1		1					
62	北稜中学校	1		1	1		1				500	
63	是川中学校	1		1			1					
64	三条中学校	1		1	1		1					
65	明治中学校	1		1	1		1					
66	市川中学校	1		1	1		1				100	
67	豊崎中学校	1		1			1					
68	大館中学校	1		1			1					
69	東中学校	1		1	1		1					
70	中沢中学校	1		1	1		1					
71	島守中学校	1		1			1					
72	県立八戸盲学校・八戸聾学校				1							
73	国立八戸工業高等専門学校											
74	県立八戸工科学院											
75	県立八戸高等学校											
76	県立八戸高等学校											
77	八戸市公民館		1		1		1	2	1	2		2
78	福祉公民館		1		1		1	2	1	2	100	2

指定避難所の資機材整備状況について

平成25年4月1日現在

番号	施設名	通信設備				発電設備		照明器具		備蓄品		
		災害時優先電話	特設公衆電話	卓上型PHS(イデック) (H24.3設置)	MCA無線機 (H24.1 設置)	ガス発電機	ガソリン発電機 (H24.3設置)	ライト (H24.2 配備)	コードリール (H24.3 配備)	対流式ストーブ (H24.3 配備)	暖房器具・防寒具	その他備品
79	小中野公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
80	白銀公民館		1	1	1	1		2	1	2	300	2
81	鯉公民館		1	1	1	1		2	1	2	50	2
82	上長公民館		1	1	1	1		2	1	2	80	2
83	柏崎公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
84	大館公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
85	下長公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
86	吹上公民館		1	1	1	1		2	1	2	10	2
87	湊公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
88	是川公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
89	館公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
90	根城公民館		1	1	1	1		2	1	2	50	2
91	三八城公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
92	江陽公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
93	長者公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
94	田面木公民館		1	1	1	1		2	1	2	30	2
95	市川公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
96	南浜公民館		1	1	1	1		2	1	2	10	2
97	根岸公民館		1	1	1	1		2	1	2	30	2
98	白銀南公民館		1	1	1	1		2	1	2	20	2
99	東公民館		1	1	1	1		2	1	2	30	2
100	白山台公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
101	農村緑地改善センター瑞穂館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
102	福祉体育館											
103	八戸市体育館						1					
104	八戸市東体育館				1		1					
105	八戸市旭町センター・エンゲルセンター											
106	文化教養センター・南館会館				1							
107	勤労青少年ホーム											
108	番屋小学校						1					
109	老人いいの家 臥牛荘											
110	八戸植物公園											
111	総合教育センター			1	1		1					
112	根城コミュニティセンター											
113	旭ヶ丘会館				1		1					
114	中居林コミュニティセンター											
115	八戸シーガルビューホテル				1							
116	南郷公民館		1	1	1	1		2	1	2	100	2
117	南郷公民館中野分館						1					
118	南郷公民館緑分館						1					
119	南郷体育館						1					

指定避難所の資機材整備状況について

平成25年4月1日現在

番号	施設名	通信設備				発電設備		照明器具			備蓄品		
		災害時優先電話	特設公衆電話	卓上型PHS(ｲﾝﾀｰ) (H24.3設置)	MCA無線機 (H24.1 設置)	ガス発電機	ガソリン発電機 (H24.3設置)	ライト (H24.2 配備)	コードリール (H24.3 配備)	対流式ストーブ (H24.3 配備)	毛布	トランシーバー (H24.3配備)	その他備品
120	島守コミュニティセンター												
121	農村婦人の家												
122	堀田農業研修センター												
123	泉清水集会所												
124	八戸市公会堂												
125	八戸市スポーツセンター(はこみ)				1								
126	八戸市農業研修振興センター												
127	青森市健康運動センター体育館												
999	災害対策本部	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0
計													

大震災を踏まえた防災・減災に関する調査研究

－再生可能エネルギーと防災拠点－

2013（平成 25）年 11 月 30 日発行

編集・発行 八戸市都市研究検討会

座長 小 林 眞（八戸市長）

委員 藤 田 成 隆（八戸工業大学長）

大 谷 真 樹（八戸学院大学長）

岡 田 益 男（八戸工業高等専門学校長）

＜大震災を踏まえた防災・減災に関する調査研究プロジェクトチーム＞

大 黒 正 敏（八戸工業大学工学部機械情報技術学科 教授）

関 秀 廣（八戸工業大学工学部電気電子システム学科 教授）

南 将 人（八戸工業高等専門学校建設環境工学科 教授）

沢 村 利 洋（八戸工業高等専門学校機械工学科 教授）

田 中 哲（八戸学院大学ビジネス学部 教授）

橘 洋 介（八戸学院大学ビジネス学部 講師）

漆 戸 啓 二（八戸市防災安全部防災危機管理課 主事）

西 舘 道 幸（おいらせ町総務課防災安全推進室 室長補佐）

（事務局）

丹 羽 浩 正（八戸学院大学・八戸学院短期大学総合研究所長・教授）

浜 章 夫（八戸学院大学・八戸学院短期大学学務部情報メディア課長）

足 澤 和 浩（八戸学院大学・八戸学院短期大学学務部情報メディア課 主事）