



平成20年度茨城県原子力総合防災訓練における 自家用車避難訓練の評価

The Evaluation of the "Evacuation Drill with Family Car" Conducted in the Ibaraki
Prefecture Comprehensive Nuclear Disaster Prevention Exercise 2008

山本 一也

Kazuya YAMAMOTO

原子力緊急時支援・研修センター

Nuclear Emergency Assistance and Training Center

March 2009

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

JAEA-Technology

本レポートは独立行政法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの入手並びに著作権利用に関するお問い合わせは、下記あてにお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ホームページ (<http://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

独立行政法人日本原子力研究開発機構 研究技術情報部 研究技術情報課
〒319-1195 茨城県那珂郡東海村白方白根 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency
Inquiries about availability and/or copyright of this report should be addressed to
Intellectual Resources Section, Intellectual Resources Department,
Japan Atomic Energy Agency
2-4 Shirakata Shirane, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail: ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2009

平成 20 年度茨城県原子力総合防災訓練における自家用車避難訓練の評価

日本原子力研究開発機構 原子力緊急時支援・研修センター
山本 一也

(2008年12月18日受理)

2008 年 9 月 30 日の平成 20 年度茨城県原子力総合防災訓練において実施された「自家用車避難訓練」は、原子力災害時における住民避難を住民自身の自家用車で実施することを想定した訓練としては、実質的に我が国で最初のものであった。

本評価は、この「自家用車避難訓練」における避難車両の移動状況を 3 つの動態データ、①訓練参加者に対するアンケート調査、②GPS データ、及び③茨城県警察のヘリコプターからの空中撮影、を基に分析したものである。また、「自家用車による住民避難」に関する意識調査アンケートを訓練参加者に実施し、その結果をまとめた。

避難車両の動態データから、今回の「自家用車避難訓練」で発生した渋滞は、停止時間の長い 2 箇所信号によって発生し、「自家用車による住民避難」の計画では避難車両の交通流を優先する交通規制を行うことが重要であることが示された。

また、意識調査アンケートから、以下の知見が得られた。

- 「自家用車での避難」では渋滞の防止が、また「バスによる避難」は迅速なバスの手配と迅速な避難開始が最重要課題であり、避難手段の選択は、これらに対する対策の観点から地域的な条件や事情に応じて決定するべきである。
- 避難先施設及び避難経路を事前に決定し、平常時に住民に周知しておくことが重要で、そのためには、避難先施設の選定条件として、避難先施設から更なる二次的避難という事態を避けるために、EPZ の外側であることが必要である。
- 避難の必要がない住民の自主的な避難の防止には、原子力災害時の“避難の必要ない”地域に対する「リスクが低いこと」の情報提供が重要である。
- 学校にいる子供を迎えに行く車両の防止には、一般住民の防護対策が必要となる前に学校から子供を帰宅させてしまうこともひとつの方策であるが、学校の子供たちの避難先となる施設を事前に決定し、平常時に住民に周知した上で、学校から避難させることも重要である。

The Evaluation of the “Evacuation Drill with Family Car” Conducted in the Ibaraki Prefecture
Comprehensive Nuclear Disaster Prevention Exercise 2008

Kazuya YAMAMOTO

Nuclear Emergency Assistance and Training Center
Japan Atomic Energy Agency
Hitachinaka-shi, Ibaraki-ken

(Received December 18, 2008)

The first “evacuation drill with family car” in Japan had been conducted by the Ibaraki Prefecture in the Ibaraki Prefecture Comprehensive Nuclear Disaster Prevention Exercise on September 30, 2008.

This work evaluated the dynamic traffic flow of vehicles of evacuees during the evacuation drill using three kinds of data, that is, questionnaires for the participants of the evacuation drill, GPS tracking data of vehicles of evacuees, and an aerial video recorded by the Police of Ibaraki Prefecture. A consciousness investigation was also conducted to the participants of the evacuation drill to gain insight into how the residents respond in evacuation with their family cars in a nuclear disaster.

The analysis of the dynamical traffic performance of the vehicles of evacuees shows traffic control keeping up a superiority of evacuation vehicle flow is essentially important.

The consciousness investigation reveals the following important outcomes on “evacuation by family car”;

- The essential issue related to “evacuation by family car” is countermeasure against traffic jams and that related to “evacuation by bus” is preparation of sufficient number of buses.
- Reception centers for evacuees and the evacuation routes should be known to the residents around nuclear facility in advance. To satisfy this requirement, facilities for reception centers should be chosen among those which are outside of the Emergency Planning Zone.
- Providing information to the residents in non-affected areas is very important to reduce the potential of self-decided evacuation.
- School children should be made go home before the evacuation of the residents has to be done, to reduce the number of parents attempting to pick up children. Furthermore, reception centers for school children should be determined in advance and be known to the residents around nuclear facility.

Keywords: Nuclear Emergency Preparedness, Nuclear Emergency Exercise, Evacuation, Traffic Study

目 次

1. はじめに	1
2. 「自家用車避難訓練」の訓練目的と実施方法	2
3. データ取得の方法	5
3.1 動態データの取得	5
3.2 避難に関する意識調査	6
4. 結果の分析評価	7
4.1 動態データの分析	7
4.1.1 アンケート調査に基づく動態データ	7
4.1.2 GPS 測位に基づく動態データ	10
4.1.3 茨城県警察提供情報に基づく動態データ	11
4.2 意識調査アンケートの分析	35
4.2.1 回答者の居住地区分布	35
4.2.2 避難手段としての自家用車の使用	35
4.2.3 避難先施設及び避難経路の事前周知	36
4.2.4 家族の避難	37
4.2.5 自主的避難の可能性	38
4.2.6 学校にいる子供に関わる避難時の行動	38
5. 考 察	50
5.1 自家用車避難訓練における交通流状況	50
5.2 住民避難の実施手段の選択	50
5.3 避難先施設及び避難経路の事前選定と住民への周知	51
5.4 自主的避難の対策	52
5.5 学校にいる子供の避難に関する対応方針の周知	53
5.6 近隣事業所従業員の避難	54
6. 結 論	56
謝 辞	58
引用・参考文献	59
付録 A 「自家用車避難訓練」アンケート	60
付録 B 「自家用車避難訓練」アンケート集計結果	64

CONTENTS

1. Introduction	1
2. The objective and the implementation procedures of the “evacuation drill with family car”	2
3. The method of the data obtaining	5
3.1 The obtaining of the dynamic traffic flow data	5
3.2 The consciousness investigation on “evacuation by family car”	6
4. Results	7
4.1 The analysis of the dynamic traffic flow data	7
4.1.1 The dynamic traffic flow data obtained from questionnaires for the participants	7
4.1.2 The dynamic traffic flow data obtained from GPS tracking	10
4.1.3 The dynamic traffic flow data based on the aerial video record of the Police	11
4.2 The analysis of the consciousness investigation	35
4.2.1 The residential area of the responders	35
4.2.2 Use of family car as a measure to evacuate	35
4.2.3 Pre-information of the reception centers and the evacuation routes	36
4.2.4 Evacuation of family staying in home	37
4.2.5 The potential of self-decided evacuation	38
4.2.6 Parents attempting to pick up their school children	38
5. Discussion	50
5.1 The traffic flow during the evacuation drill	50
5.2 Selection of measure to evacuate	50
5.3 Pre-determination and the information of the reception centers and the evacuation routes	51
5.4 Prevention against self-decided evacuation	52
5.5 Pre-information on the evacuation of school children	53
5.6 The evacuation of employees of neighboring large works and factories	54
6. Conclusions	56
Acknowledgements	58
References	59
Appendix A Questionnaires on “evacuation by family car”	60
Appendix B Summary data of the questionnaires on “evacuation by family car”	64

1. はじめに

茨城県は、2008年9月30日の平成20年度茨城県原子力総合防災訓練において全国に先駆けて「自家用車による住民避難」を想定した訓練を実施した。この「自家用車避難訓練」は、東海村内の原子力事業者（(独)日本原子力研究開発機構、以下、「原子力機構」という。）の協力により、住民等の避難車両に見立てた原子力機構職員が運転する約200台の自家用車を動員して、あらかじめ決められた単一の避難経路を走行して避難所に集結するという、実験的な側面が強いものであった。これまで多数の自家用車による避難は行政側にも住民側にも経験がないことを考えれば、訓練中における事故の防止ということを最優先にする必要があり、小規模な避難訓練ではあったが、国内初の「自家用車避難訓練」の実績を作ることができたことは、我が国の原子力防災の対応力向上にとって非常に大きな成果である。^{*}

原子力緊急事態における住民避難は、地方公共団体が準備するバス等を使って避難させるのが基本的な考え方であるが、実際には限られた時間内に必要なバス等を確保することが困難な地域が、少なからず全国に存在すると予想される。そのようなケースを想定し、より地域防災計画の実効性を向上させる上で「自家用車による住民避難」を安全に、かつ、迅速に実施する手法を確立することは我が国の原子力防災の早期対応力強化にとって非常に重要である。

本評価は、上記の平成20年度茨城県原子力総合防災訓練において実施された「自家用車避難訓練」における避難車両の動態データを、訓練参加者に対する調査、GPSデータ、及び茨城県警察のヘリコプターからの空中撮影を基に分析したものである。

また、「自家用車による住民避難」の成否は避難区域及びその周辺の住民の意識が非常に重要であり、これを把握し、地方公共団体の住民等避難計画に反映させておくことが不可欠である。¹⁾そこで、今回の茨城県の「自家用車避難訓練」において、訓練参加者に対してアンケートを行い、「自家用車による住民避難」に関する意識調査を試みに実施し、その結果をとりまとめた。

^{*} 2006年9月30日の平成18年度茨城県国民保護訓練において、既に茨城県は「自家用車避難訓練」を実施しているが、これは要援助者の避難を想定した自家用車による避難訓練であり、距離も短い。^{2,3)}「自家用車による住民避難」を本質的にシミュレーションしている点で今回の訓練を国内初の「自家用車避難訓練」と見なした。

2. 「自家用車避難訓練」の訓練目的と実施方法

平成 20 年度茨城県原子力総合防災訓練における「自家用車避難訓練」は、「平成 20 年度茨城県原子力総合防災訓練の項目別実施要領：自家用車避難訓練実施要領」に基づいて、「公共交通機関だけに頼らない避難方法について検証するため、事業所従業員の協力を得て自家用車を使った避難訓練を実施する。」ことを訓練目的として、茨城県により実施されたものである。この「自家用車避難訓練」は、以下の要領で実施された。

① 避難訓練参加者

訓練は約 200 台の車両の参加を予定し、その内訳は、東海村にある原子力機構の以下の 3 地点の職員である。（カッコ内は参加車両の予定数）

- ・原子力科学研究所（90 台）
- ・核燃料サイクル工学研究所（92 台）
- ・本部（20 台）

② 避難経路

a) 出発地

- ・原子力科学研究所構内
- ・核燃料サイクル工学研究所構内
- ・本部：箕輪駐車場

b) 到着地：笠松運動公園第 4 駐車場北側出入り口

c) 避難経路

原子力科学研究所（以下、「原科研」という。）及び核燃料サイクル工学研究所（以下、「核サ研」という。）の 2 研究所は、参加者の各職場の駐車場から各研究所正門を経て、避難経路に入る。本部については、参加者は職場から徒歩で箕輪駐車場に向かい、その駐車場から自家用車にて避難経路に入る。各地点の避難経路の詳細を表－1 に示す。（地図に関しては後述する図－6.1～図－6.3 を参照）。

③ 避難訓練要領

- a) 午前 10 時 15 分頃に茨城県より、各研究所等へ欠席者の確認等、参加者名簿の最終確認を電話で行う。
- b) 午前 10 時 30 分に各研究所等は構内放送で避難開始の連絡を行う。それまでは、参加者は各自居室等で通常業務とする（東海村が避難指示の広報を実施するが、開始時間を確実にするため構内放送を避難開始のトリガーとした）。
- c) 警察が先導車として、パトロールカーを原科研及びサイクル研はそれぞれ 2 台、本部に 1 台をつける。
- d) 一般車両と訓練参加車両を区別するため、助手席側ドアに「訓練」のマグネットシートを貼り付けする。
- e) 各研究所等担当者は、避難車両がすべて門を出るのを待ち、最後尾につく。また、助手席側ドアのマグネットシート上に研究所等ごとに色分けした「最終車両」の表示を

入れておく(本部：黄色，原科研：青，サイクル研：赤)

- f) 最後尾の研究所等担当者は、笠松運動公園入口に警戒に立っている警察担当者に最終車両であることを告げ、警察担当者はそれをもって茨城県の防災対策本部に各研究所等の避難終了報告を行う。

表－1 「自家用車避難訓練」における避難経路

原子力科学研究所	核燃料サイクル工学研究所	本部
原子力科学研究所構内	核燃料サイクル工学研究所構内	本部建屋
↓	↓	↓(徒歩移動)
原子力科学研究所正門	核燃料サイクル工学研究所正門	箕輪駐車場
↓	↓	↓
「原子力科学研究所前」交差点		村松郵便局脇
↓		↓
国道 245 号線		国道 245 号線
↓		↓
「核燃料サイクル工学研究所前」交差点		
(村道駈上り動燃線) ↓		
「平原工業団地入口」交差点		
↓		
「押延十字路」交差点		
↓		
「東海高校入口」交差点		
↓		
「舟石川小学校入口」交差点		
↓		
「舟石川十字路」交差点		
(村道遠間庚塚線：かえで通り) ↓		
「遠間」交差点		
↓		
笠松運動公園第 4 駐車場北側出入り口（避難所到着）		

3. データ取得の方法

3.1 動態データの取得

避難車両の動態データは下記の 3 種類の方法で取得した。

① 訓練参加者へのアンケート調査

付録 A に示すアンケート用紙を「自家用車避難訓練」参加者全員に配布し、以下の項目について調査した。

- a) 出発地（研究所等の名）
- b) 避難の所内通報の受報時刻
- c) 所内通報の状況（聞き取り易さ）（万一の受報遅れのための参考情報）
- d) 駐車場等を出発した時刻
- e) 研究所の正門を出た時刻（本質問は本部の参加者は対象外）
- f) 避難所（笠松運動公園第 4 駐車場）到着時刻

② GPS による動態データの取得

上述①のアンケートは、訓練参加者の交通事故を防止するため、必ずしも厳密な時刻の記入を要請したものではない。また、参加者の負担を考え研究所の正門を出た時刻と避難所到着時刻の記録のみに絞り、途中の交差点等における通過時刻まで記録することは要求しなかった。

このため、研究所の正門から避難所の間における避難車両の動態データを取得するため、一部の避難車両に GPS 機能を有した携帯情報端末（以下、「PDA」という。）を搭載した。

この GPS 機能を有した PDA は、原子力機構の原子力緊急時支援・研修センター（以下、「NEAT」という。）が原子力緊急時に現地に派遣する専門家との情報共有のために開発したもので⁴⁾、1 分毎に GPS データを基地局に送信し、基地局ではその GPS 機能を利用して画面上に当該 PDA の所有者の位置と時間を画面上に表示することができる。交通流調査等において GPS を利用して移動体の動態データを取得する場合、いわゆる「GPS ロガー」を用いるのが一般的であるが、今回の訓練ではその準備ができなかったことから、この GPS 機能付き PDA で代用したものである。

今回の「自家用車避難訓練」では、20 台の PDA を用意し避難車両に搭載した。配分は以下の通りである。

- ・原子力科学研究所（8 台）*
- ・核燃料サイクル工学研究所（9 台）
- ・本部（2 台）

③ 茨城県警察からの提供情報

茨城県警察は、本訓練実施中、避難経路の状況等を県警察のヘリコプターで監視していた。

* 原科研に配分した PDA は 9 台であったが、その内の 1 台がバッテリーのトラブルからデータを取れなかったことから、ここでは 8 台としている。

本評価では、茨城県警察本部よりこのとき撮影した空中撮影のビデオデータを提供していただき、各交差点の混雑・渋滞状況を整理した。また、警備に当たっていた訓練参加者の観察した避難経路上の各交差点の状況について茨城県警察本部にとりまとめを要請し、提供していただいた。

3.2 避難に関する意識調査

「自家用車による住民避難」を計画するためには、原子力緊急事態における避難対象区域及びその周辺の住民行動を把握することが非常に重要である。米国では、原子力発電所の緊急時対応計画において避難に要する時間の評価が事業者に義務付けられており、その評価のための基礎データとして、原子力発電所周辺の住民に対し避難に関する意識調査を電話聞き取り調査の方法で実施している。⁵⁾

東海村及びその周辺の住民の「自家用車避難」に関する意識を把握することが重要であるが、今回の茨城県の「自家用車避難訓練」の場合、第2章で述べたように、訓練参加者が原子力機構の職員、すなわち原子力の専門的知識を有した集団であること、参加総数が200名程度で限られていることから、たとえ訓練参加者を調査対象にして意識調査を実施しても、一般的な世論調査手法の観点から標本として偏りがあることは避けられない。しかし、国内において「自家用車避難」について住民の意識調査が実施された例がないため、今回の訓練参加者を対象に「自家用車による住民避難」に関する意識調査を実施しておくことは、今後東海村においてこのような住民意識調査を計画する際の参考データとして有益であると考えられる。

以上から、今回の「自家用車避難訓練」参加者全員に付録Aに示すアンケート用紙を配布し、「自家用車による住民避難」に関する意識調査を実施した。アンケートによる調査項目は以下の通りである。

- ① 回答者の居住地区分布（行政区まで）
- ② 避難手段としての自家用車の使用とその理由
- ③ 避難先施設及び避難経路の事前周知とその理由
- ④ 自宅に残っている家族の避難
- ⑤ 自主的避難*の可能性
- ⑥ 学校にいる子供に関わる避難時の行動

*「自主的避難」は、避難する必要がある地区にいる住民等が、必要がないにもかかわらず自主的に避難を開始してしまうもので、本来避難すべき人たちの避難を阻害する要因となり得ることから、住民避難計画を策定する際にその発生割合を考慮しておく必要がある。¹⁾

4. 結果の分析評価

4.1 動態データの分析

4.1.1 アンケート調査に基づく動態データ

「自家用車避難訓練」参加者全員に付録 A に示すアンケートを用いて時間の記録を依頼し、その集計結果をまとめた。以下にその結果を述べる。ただし、アンケートに基づく避難車両の動態データは必ずしも厳密な時刻が記入されているわけではない。訓練参加者の交通事故防止を第一とするため、時刻の確認、あるいは記入は走行中を避けるように要請しているので、正確な時刻に対して数分のズレを有していると考えられる。ここに述べる避難車両の動態データ分析結果はそのような不確かさを持ったデータであることを踏まえてみる必要がある。

(1) 調査の実施結果

今回の「自家用車避難訓練」における参加車両の実績台数は以下の通りであった。

- ① 原科研；88 台、
- ② 核サ研；89 台、
- ③ 本部；18 台

参加車両の合計 195 台

また、「自家用車避難訓練」参加者全員（実績数：196 名*）に行ったアンケートの回収状況は以下の通りである。

アンケート用紙の回収状況：総計 186 件（回収率：95%）

この内訳は以下の通りである。

- ① 原科研；86 件、
- ② 核サ研；89 件、
- ③ 本部；11 件

核サ研の訓練参加者のアンケート回答 89 件の中に、1 件「研究所の正門通過」及び「避難所到着」時刻の記載に「…頃」と記され、他の参加者が記載した時刻と傾向の異なり、大きくずれた時刻が記載された回答があった。これについては、時刻データの信頼性が低いと考えられることから動態データの分析対象から外すこととした。

(2) 所内通報の状況

核サ研で計画停電により電話連絡で通報された 5 名と未回答の 2 名を除くと、すべての地点の訓練参加者全員が「避難開始」を伝える所内通報は非常によく確認できたと回答した。各地点において 10：30 に所内通報を実施しているが、所内通報を受けた受報時刻は 10：30 とした回答が最も多く、それ以外の回答は－1 分から＋2 分の間である。10：30 以前に受報した回答もあることから、この受報時刻のずれは各職場あるいは参加者個人の時計のずれに起因している可

*原科研において避難車両 1 台に 2 名の参加者が乗車している。

能性が高い。

また、電話連絡で通報された核サ研の 5 名の内、3 名は、所内通報を聞いた他部署とほとんど同じ時刻に通報を受けており、残り 2 名は 10:35 であった。このことから、代替手段も含め、各地点における緊急情報の伝達に問題はないと考えられる。

原科研、核サ研及び本部の各地点における「所内通報の受報から車両を発進させるまで」の時間を所内通報受報時刻で整理した結果をそれぞれ図－1.1～図－1.3 に示す。ただし、これらの図では同一の回答が多いため、多くのプロットされた点は重なって見えなくなっている。

受報してから車両を発進させるまでの時間は原科研と核サ研で大きな違いはなく、ほとんどの参加者は 5 分以内であった。原科研と核サ研において、10:30 に受報したにもかかわらず 15 分から 22 分ほど発車が遅れた例がいくつかある（図－1.1 及び 1.2）。これは訓練参加者が避難開始したことを見届けるために止まっていた担当者（避難車両の最後尾となる）と考えられる。本部参加者は、通報を受けてから発車するまでに全員 15 分を要しているが（図－1.3）、これは本部建屋から箕輪駐車場までの徒歩移動の時間がそのほとんどを占めている。

全体的には、本項の最初に記したように、所内通報の認識度が高いこともあり受報時刻に有意な遅れはなく、受報後は、長い徒歩移動が必要だった本部を除いて、ほとんどが 5 分以内にしてから車両を発進させている。

(3) 避難経路の状況

出発点である各地点等から到着点である避難所（笠松運動公園）までの道のりは以下の通りである(原科研及び核サ研については構内を除く)。

- ・ 原科研（原科研正門前から）：8.2km
- ・ 核サ研（核サ研正門前から）：6.4km
- ・ 本部(箕輪駐車場から)：6.8km

また、避難経路上の交差点と交通信号の設定*の状況を表－2 に示す。避難経路上の 2 箇所の交差点、すなわち「原子力機構サイクル研前」交差点の国道 245 号線方向の通行時間及び「舟石川小学校入口」交差点の駆上り線方向の停止時間、がいずれも長く設定されていることが注目される。

(4) 避難車両の避難所への到着状況

訓練参加者へのアンケートに基づいて、避難車両の避難所（笠松運動公園第 4 駐車場）の到着時刻を整理した結果を図－2 に示す。避難車両全体で見ると、到着時刻は 10:45 から 11:35 に渡っており、50 分間の幅が生じていた。

避難所への到着は、3 地点の内、核サ研の車両が最も早く、10:45 に 3 台が到着している。核サ研の場合、11:18 にすべての避難車両が到着しているので、アンケートで回答のあった 89 台の移動で到着時刻に約 30 分の幅が生じている。

* 交差点間の距離と交通信号の時間は筆者による測定値である。

それに対し、原科研の避難車両では、最も早く避難所に到着した避難車両が 10 : 48 で、核サ研とそれほど大きく変わらなかったのに対し、最後尾は 11 : 35 で、アンケートで回答のあった 86 台の移動で 47 分の幅が生じており、核サ研に比べて到着時刻の幅が大きい。

一方、本部の避難車両は、避難車両がすべて出発するのを待っていた本部担当者の最後尾の車両を除けば、アンケートで回答のあった 10 台が 11 : 10 から 11 : 15 の 5 分間に集中して到着している。

(5) 避難経路における避難車両の走行状況分析

前項(4)で述べた避難車両の到着時刻に生じる時間の幅の原因を調べるため、受報後、車両を発進させてから避難所に到着するまでに要した時間について、車両の発車時刻との関係及び各研究所の正門を通過した時刻との関係を調べた。

原科研、核サ研及び本部の各地点における「発車から避難所到着するまで」の時間を「受報後車両を発車した」時刻で整理した結果をそれぞれ図-3.1～図-3.3 に示す。また、原科研及び核サ研における「発車から避難所到着するまで」の時間を「研究所の正門を通過した」時刻で整理した結果を図-4.1 及び図-4.2 に示す。これらの図においてもプロットされた点の多くは重なって見えなくなっている。

図-3.1 及び図-3.2 の原科研及び核サ研のグラフでは、「発車から避難所到着まで」の時間と発車時刻には明確な相関は見られない。走行距離の長い原科研(図-3.1)において、発車時刻が遅いほど避難所到着までに要した時間が長くなる傾向がわずかに見られる程度である。図-3.3 の本部についてはほとんどの車両の発車時刻が同じであるため相関の有無は分からない。

それに対して、図-4.1 及び図-4.2 のグラフでは、「発車から避難所到着まで」の時間が「研究所の正門を通過した」時刻と強い相関を持っていることが分かる。10 : 30 から 10 : 50 ほどの間に研究所の正門を出た避難車両は、この時間が遅いほど避難所到着までに時間を要しており、その傾向は原科研及び核サ研に共通している。後述するように、この時間帯に研究所の正門を出た避難車両は、「押延十字路」交差点あるいは「東海高校入口」交差点、「舟石川小学校入口」交差点で発生した渋滞に巻き込まれていると考えられることから、避難所到着時間の遅れはこの渋滞の影響によるものと考えられることができる。

また、データ点数は少ないが、10 : 50 以降に原科研の正門を出た避難車両は避難所到着までに要した時間にはっきりした増加は見られない。第 4.1.3 項で述べるように、避難経路の警備に当たった茨城県警察の情報では、「原子力機構サイクル研前」交差点はこのとき既に渋滞は解消しており*、また、「押延十字路」交差点及び「舟石川小学校入口」交差点の渋滞は 11 : 10 から 11 : 15 頃に解消している。また、第 4.1.2 項で述べるように、10 : 50 以降に原科研の正門を出た避難車両は 11 : 05 から 11 : 10 頃に押延十字路交差点に到達したと考えられるこ

*図-7.1 に示した GPS 測位による動態データでは、10 : 50 に原科研の正門を出た避難車両は「原子力機構サイクル研前」交差点を通過するのに数分間を要している。

とから、これらの避難車両が走行していた頃には避難経路の渋滞が緩和していたものと考えられる。

(6) 研究所構内における避難車両の移動状況

原科研及び核サ研については、避難車両の発進から研究所の正門通過までの時間をアンケート結果から知ることができる。図－5.1 及び図－5.2 に原科研及び核サ研の「発車してから正門を出るまで」に要した時間と出発時刻の関係を、それぞれ示す。

今回は、各車両の研究所構内の出発地点までは調査していないため、図－5.1 及び図－5.2 において正門で発生した渋滞の影響がどのように現れているか予測できない。しかし、各研究所の敷地面積から推定すると、正門を出るまでに要した時間が 5 分以上のデータに関してはある程度渋滞の影響を反映しているものと考えられる。

図－5.1 及び図－5.2 より、避難車両が構内の駐車場等を出発してから研究所正門を出るまでの時間は、原科研及び核サ研の間で大きな違いはなかった。また、10：30 から 10：35 の間に発車した車両が大半を占めているが、発車時刻が同一でも正門通過時刻では 20 分程度の幅で差が生じており、渋滞の発生が推測される。しかし、発車時刻と研究所正門を出るのに要した時間には明確な相関はなかった。ほとんどの車両が 15 分以内で正門を出ることができ、最大でも 20 分ほどで出られたものと考えられる。

原科研及び核サ研のいずれも発車時刻が 10：35 以降の避難車両については、正門を出るのに要した時間が、それ以前に正門を出た車両に比べて短くなる傾向を示している。第 4.1.3 項で述べるように、茨城県警察の情報では、「原子力機構サイクル研前」交差点の渋滞は 10：40 から 10 分間ほどとされていることから、発車時刻が 10：35 以降の避難車両については、渋滞が緩和してきた影響があるものと考えられる。図－5.1 の原科研のグラフにおいて、発車時刻が 10：31 から 10：40 のデータに 1 点ずつ、5 分から 10 分ほど他の避難車両よりも余計時間を要した車両があるが、その原因は今回取得したデータから推定することはできなかった。少なくとも正門で発生した渋滞の影響ではないと考えられる。

4.1.2 GPS 測位に基づく動態データ

今回の「自家用車避難訓練」では、20 台の GPS 機能付き PDA を用意し、原科研、核サ研及び本部の避難車両に搭載し、GPS データを取得した。搭載車両は特定せず、各地点の任意で訓練参加者に所持させたものである。

図－6.1～図－6.3 に PDA の基地局が受信した GPS 測位データの軌跡表示を、原科研、核サ研、本部それぞれ 1 例ずつ示す。

第 3.1 節で述べたように、GPS 機能付き PDA で代用しているため、GPS の測位データをデジタルデータとして書き出すことができない。そのため、今回の評価では、図－6.1～図－6.3 に示したような軌跡表示の画像から走行距離を測定している。このようにして得た時刻と避難車両の走行距離の関係、いわゆる「走行曲線」を、原科研、核サ研及び本部のそれぞれについて図－7.1～図－7.3 に示す。これらの「走行曲線」では、原科研及び核サ研については研究所正門を起

点とし、本部については箕輪駐車を起点としている。

原科研の参加者に割当てた PDA の 1 台がバッテリーのトラブルからデータを取れなかったことから、取得したデータは以下の通りである。

- ・原子力科学研究所（8 台）
- ・核燃料サイクル工学研究所（9 台）
- ・本部（2 台）

また、表-2 に示したように、信号の停止時間は最大でも 1 分であるため、1 分毎に GPS データを発信するこの PDA では、渋滞により長く停止しない限りはつきりと交差点の影響を見ることはできない。さらに通信状態に障害があり、データ発信に時々欠落が生じた。そのため、図-7.1～図-7.3 から分かるように、走行曲線が所々分断している。この点は、今後 GPS 測位を利用して自家用車避難の動態データを取得する際に検討すべき課題である。

上述のような不確かさはあるものの、図-7.1～図-7.3 に示した結果を見ると、今回取得した GPS 測位による動態データは各地点の避難車両のおおまかな走行状況を把握できる水準のものを得られたといえることができる。

第 4.1.1 項で既に述べたように、原科研及び核サ研いずれも研究所正門を出た時間が遅いほど、避難所到着までに時間を要しており、図-7.1 及び図-7.2 からそれが「押延十字路」交差点及び「舟石川小学校入口」交差点の影響であることが分かる。また、原科研からの避難車両では「原子力機構サイクル研前」交差点の影響も大きいことが分かる。

本部からの避難車両については、測定に供した車両が 2 台しかないが、図-7.3 に示すように「押延十字路」交差点及び「舟石川小学校入口」交差点の影響をはっきりと見ることができる。「原子力機構サイクル研前」交差点も走行曲線の傾きが小さくなっていることから渋滞の発生が考えられるが、箕輪駐車場から国道 245 号線に出る村松郵便局脇までの道路が狭いこと、及び、分析に使用した軌跡表示の画像データの読取り誤差が大きいこと（図-6.3 参照）から、低速度の走行と区別できず、単なる一時停止の可能性もあるため、必ずしも渋滞であると結論することはできない。

4.1.3 茨城県警察提供情報に基づく動態データ

茨城県警察本部より、本訓練実施中撮影した空中撮影のビデオと避難経路の警備に当たった参加者からの避難経路上の主要交差点の状況報告が提供された。空中撮影のビデオに基づいて避難経路の渋滞状況を観察し、まとめた結果を表-3 に、また同ビデオからコピーした主要な避難経路の交通状況を写真-1～写真-4 に示す。また、茨城県警察の参加者からの避難経路上の状況報告を表-4 に示す。

空中撮影の観察結果（表-3）と県警察の状況報告（表-4）を総合すると、「自家用車避難訓練」中の主要な渋滞は、「原子力機構サイクル研前」交差点、「押延十字路」交差点、「舟石川小学校入口」交差点で発生している。それ以外の避難経路では、渋滞は発生せず、流れがよかったことが分かる。

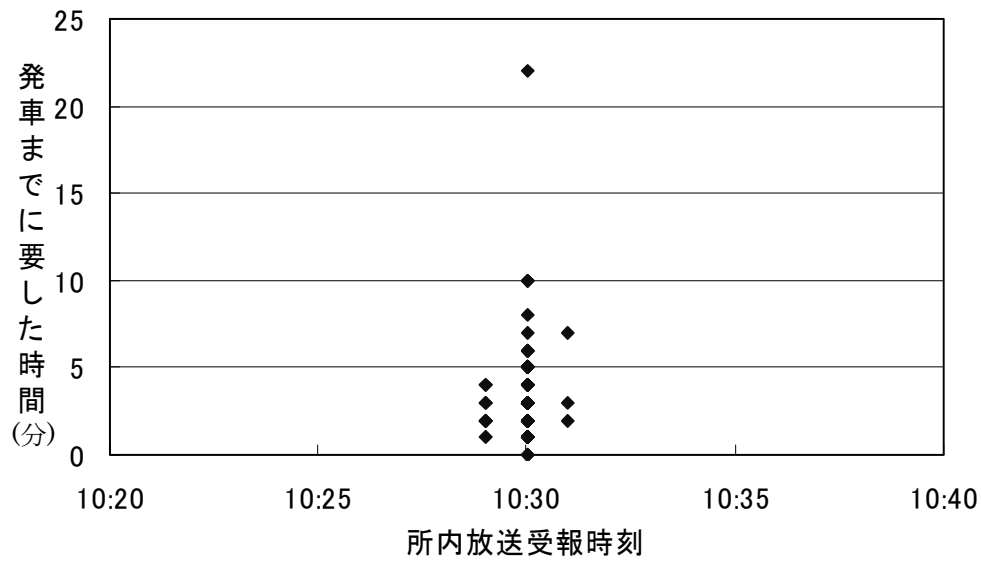
「原子力機構サイクル研前」交差点では避難訓練開始後 10 分後の 10：40 頃から渋滞が始ま

り、10:50 頃には解消している。

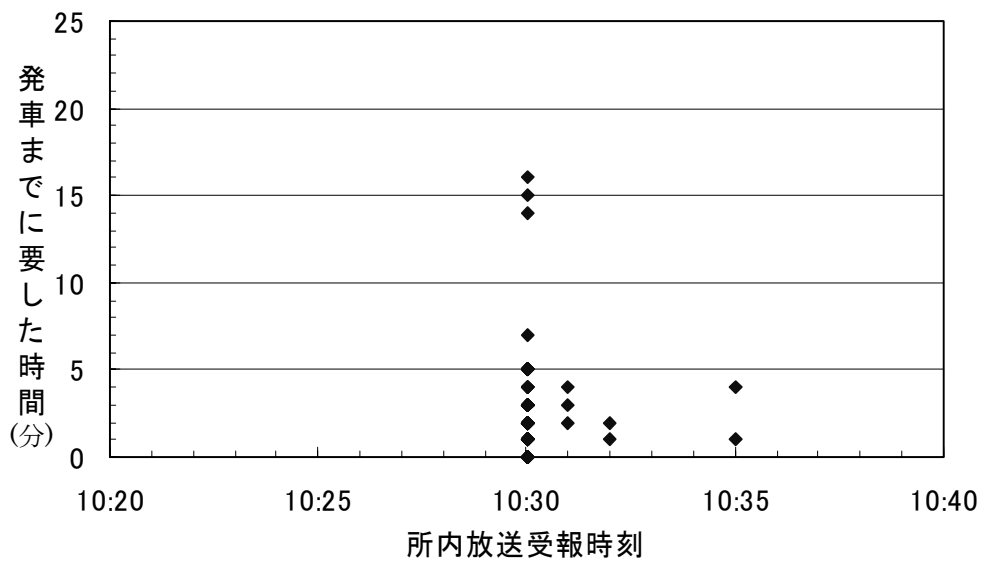
「押延十字路」交差点では、「原子力機構サイクル研前」交差点よりも早い10:37 頃から渋滞が発生し始め、11:12 頃まで継続している。空中撮影のビデオでは渋滞とノロノロ運転状態が繰り返し発生し、10:50 頃の車列の最後尾の位置から地図上で渋滞長を計測すると750mから790mに達していた。

「舟石川小学校入口」交差点では、10:40 頃から渋滞が発生し始め、11:14 頃まで継続している。県警察の状況報告（表-4）では、ノロノロ運転状態であるが渋滞というまでの状況でなかったとされている。10:50 頃あるいは11:04 頃の空中撮影のビデオによると、「舟石川小学校入口」交差点から「東海高校入口」交差点の間のJR常磐線の陸橋上を500mほどの車列が続いている様子が撮影されているが、「東海高校入口」交差点の赤信号による車列はそれほど長くなく、さらに核サ研方向の「福祉センター入口」付近や「押延十字路」交差点までの区間では交通の流れはよい状態であった。

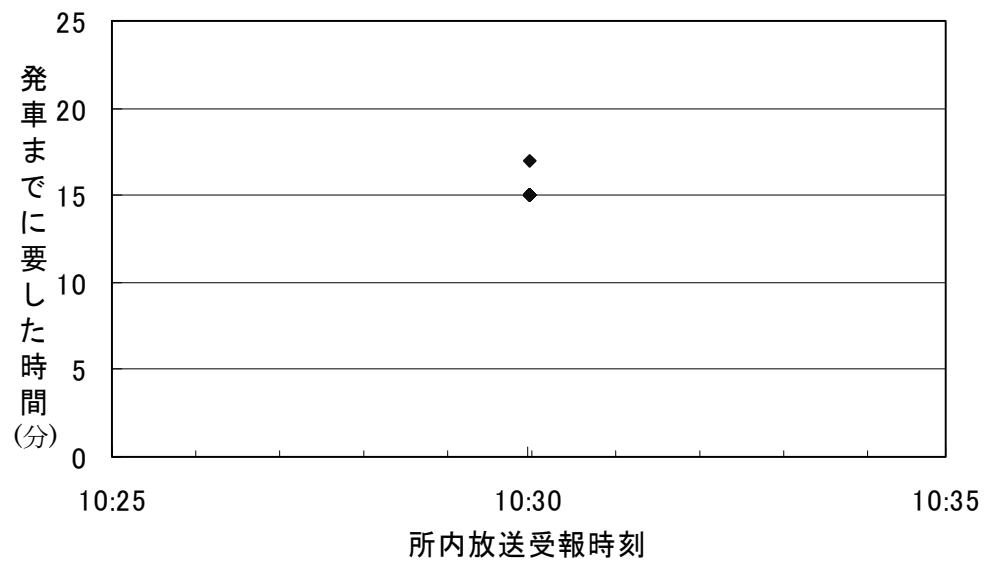
三方向から避難車両が流入する「原子力機構サイクル研前」交差点を除けば、「自家用車避難訓練」において発生した渋滞箇所は、第4.1.1 項(3)の表-2で示したように、「押延十字路」交差点、「舟石川小学校入口」交差点いずれも、避難経路となっている駈上り線の国道6号線方向の停止時間が進行時間より長く、1分間ほど停止しているという共通した特徴がある。停止時間の方が短い「平原工業団地入口」交差点や「舟石川十字路」交差点では渋滞が発生していない。このことから、今回の「自家用車避難訓練」における渋滞は信号による停止時間が大きな影響を及ぼした可能性が大きいと考えられる。



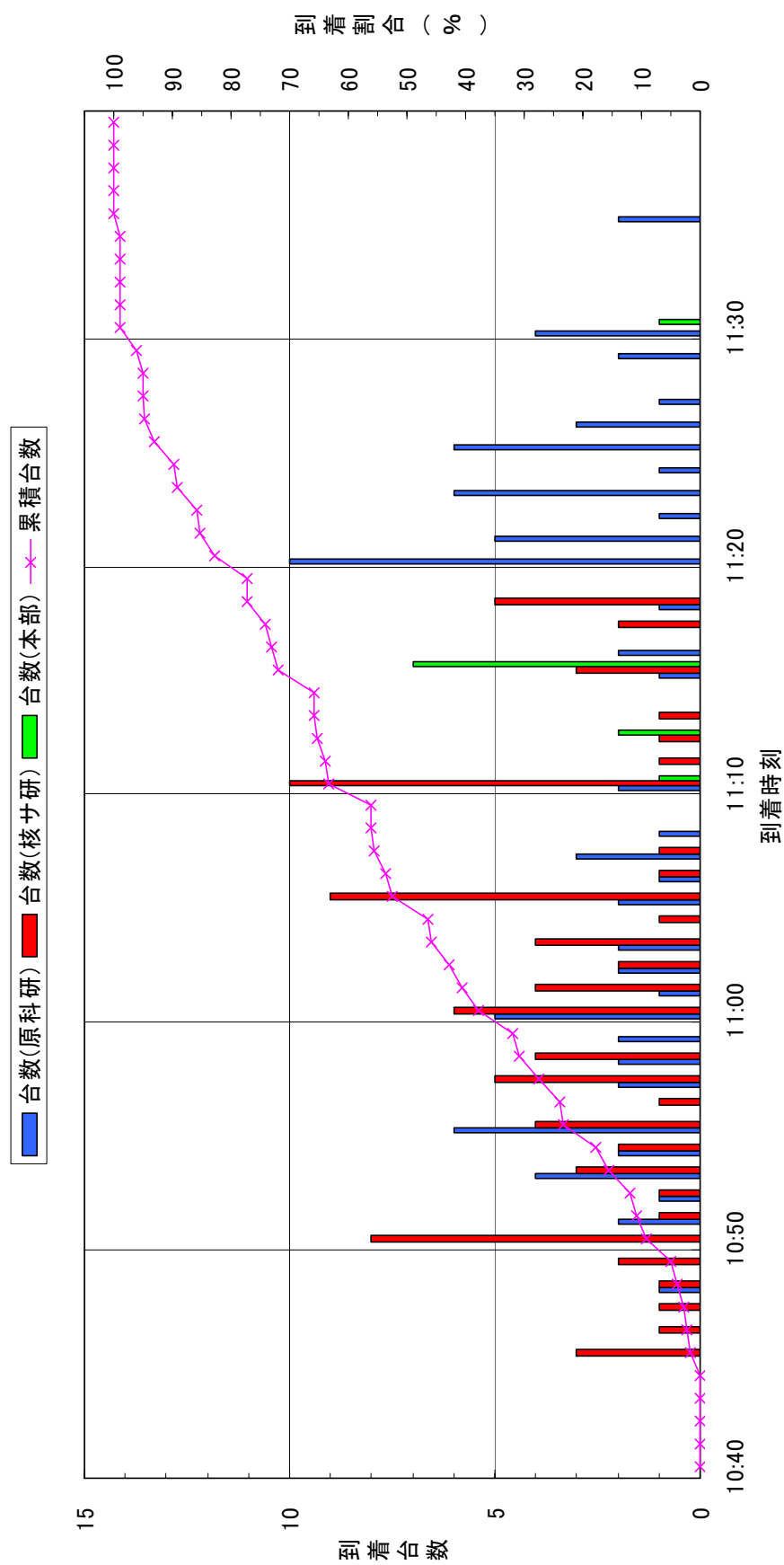
図－1.1 所内放送受報時刻と発車までに要した時間の関係(原科研)



図－1.2 所内放送受報時刻と発車までに要した時間の関係(核サ研)

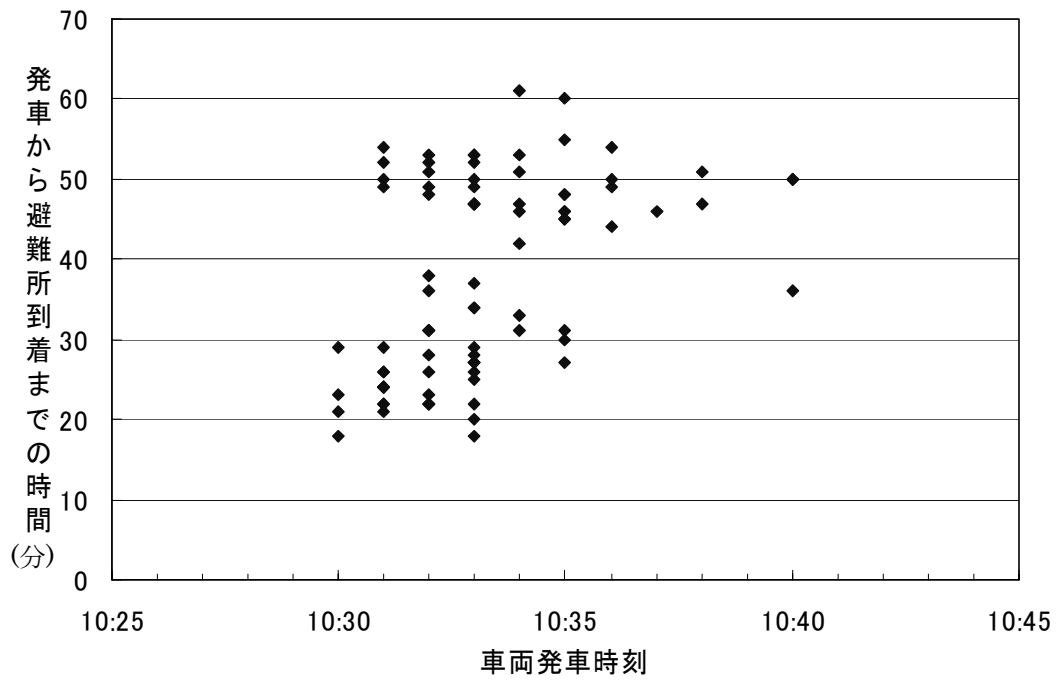


図－1.3 所内放送受報時刻と発車までに要した時間の関係(本部)

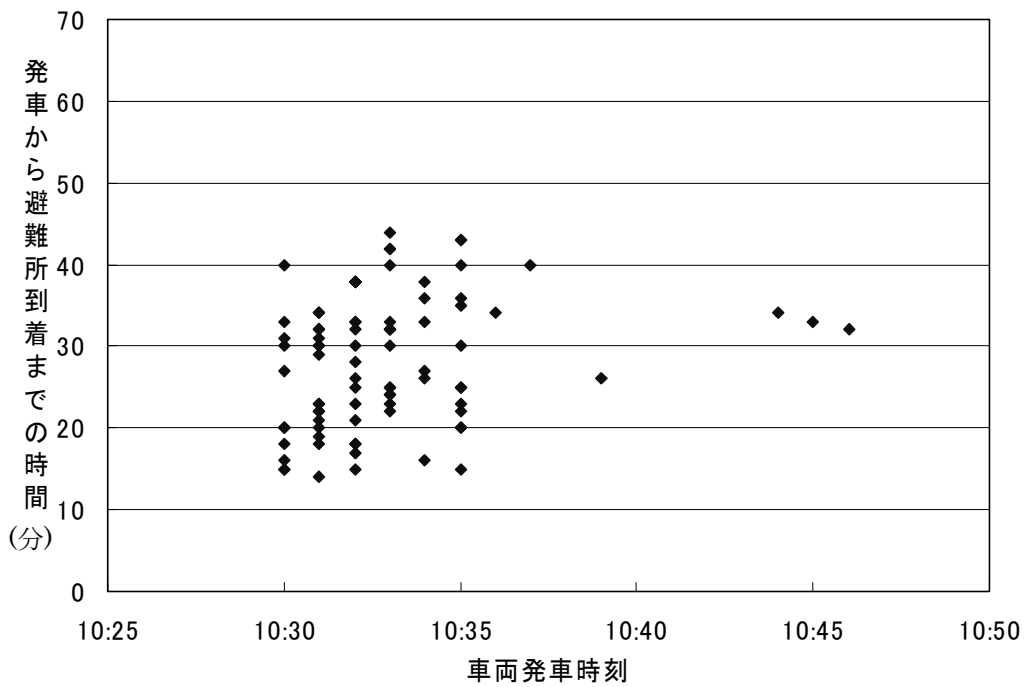


図一2 避難車両の避難所（笠松運動公園第4駐車場）到着状況と時刻

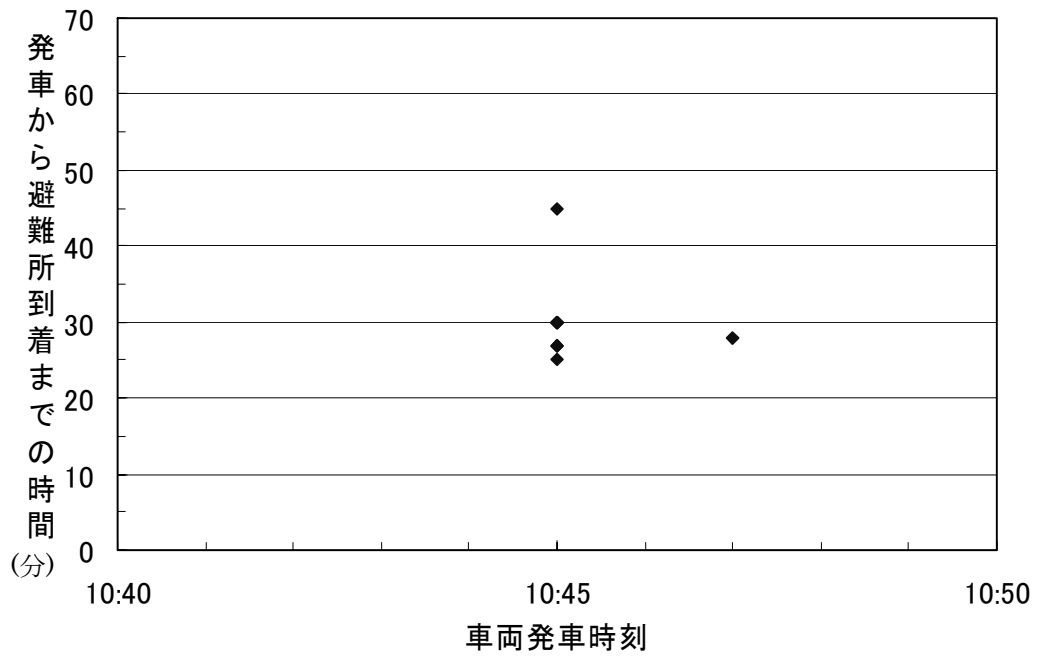
This is a blank page.



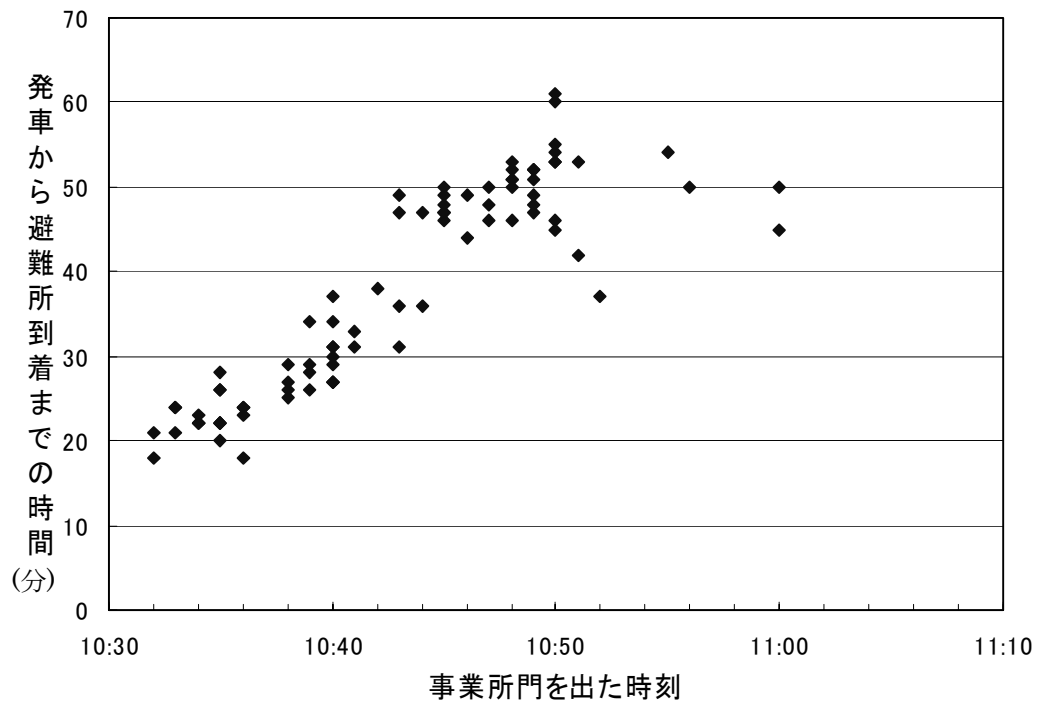
図－3.1 発車から避難所到着までに要した時間と車両発車時刻の関係(原科研)



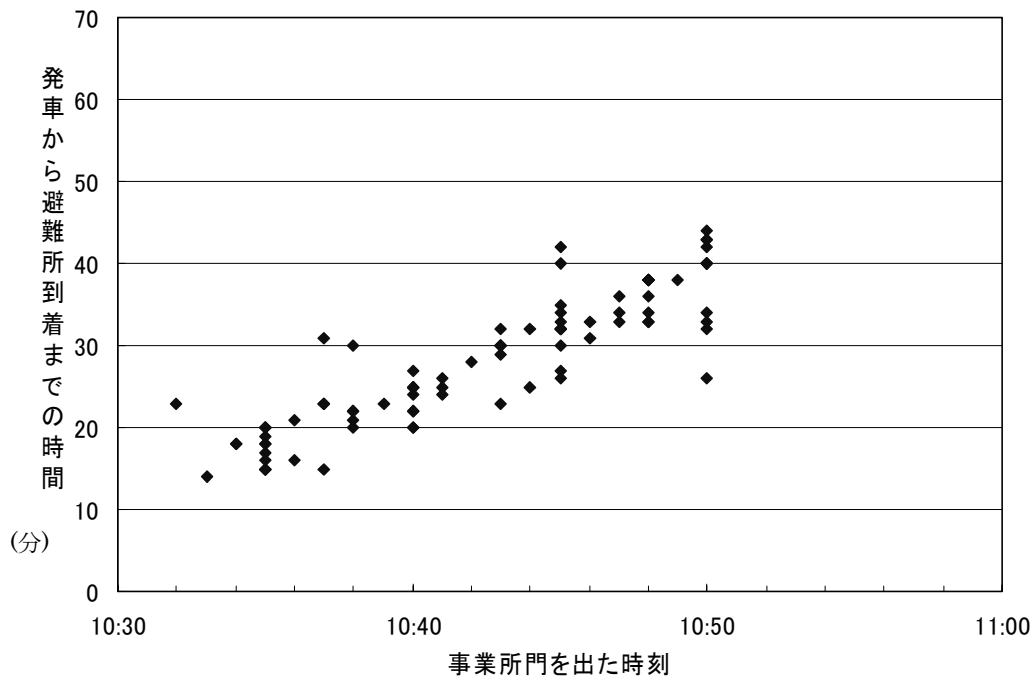
図－3.2 発車から避難所到着までに要した時間と車両発車時刻の関係(核サ研)



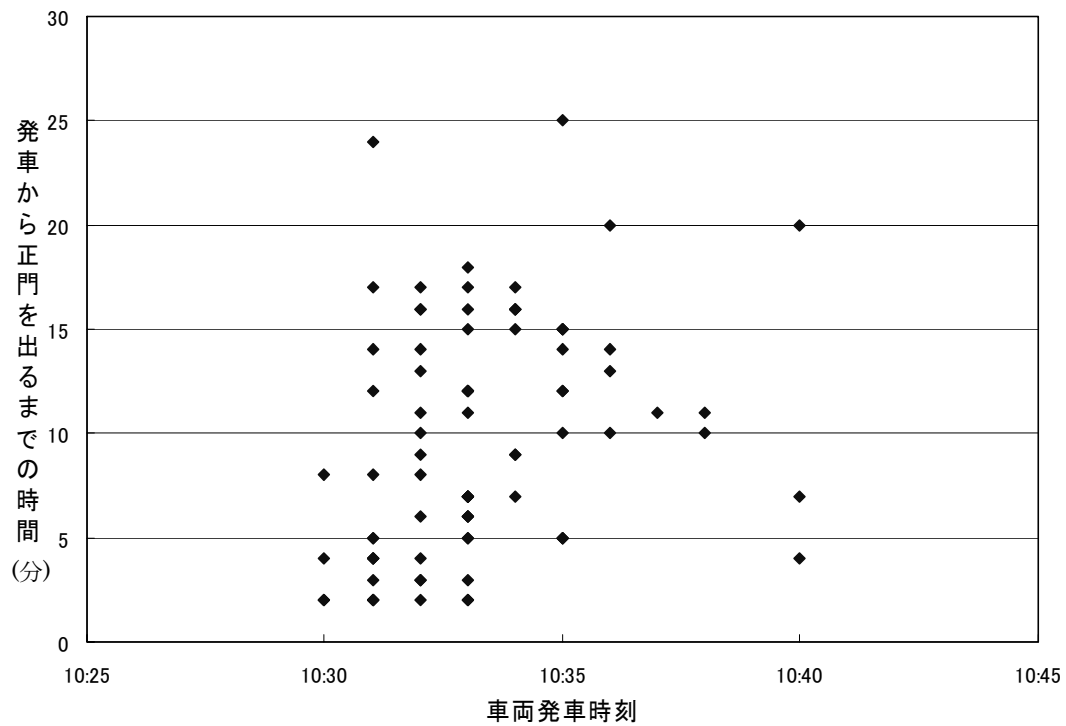
図－3.3 発車から避難所到着までに要した時間と車両発車時刻の関係(本部)



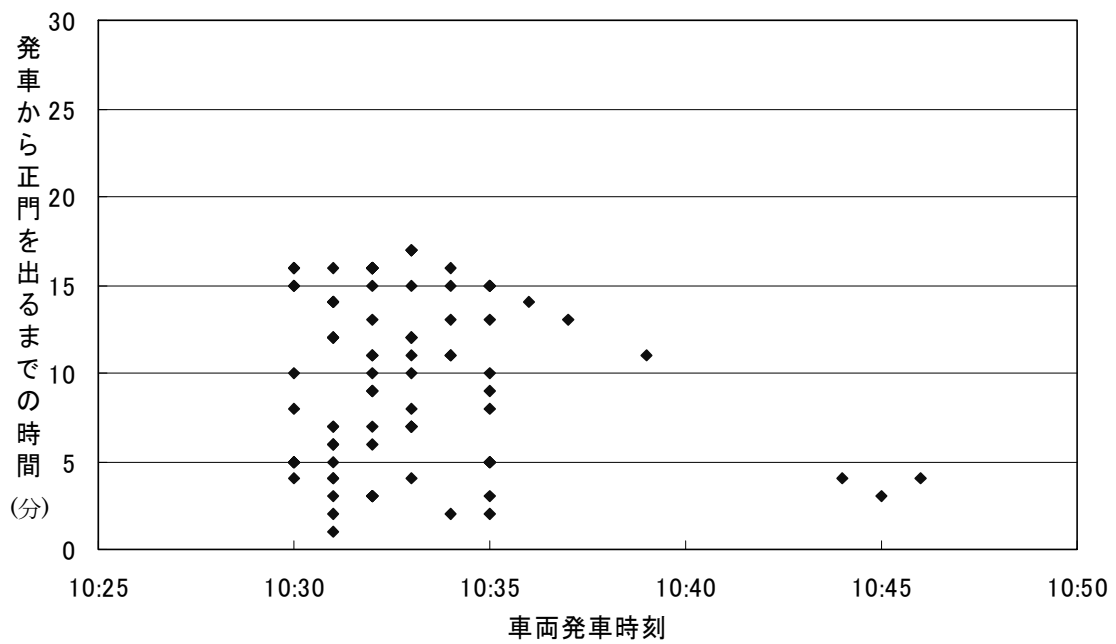
図－4.1 発車から避難所到着までに要した時間と研究所の正門を通過した時刻の関係(原科研)



図－4.2 発車から避難所到着までに要した時間と研究所の正門を通過した時刻の関係(核サ研)



図－5.1 出発時刻と発車から研究所の正門に出るまでに要した時間の関係(原科研)



図－5.2 出発時刻と発車から研究所の正門に出るまでに要した時間の関係(核サ研)

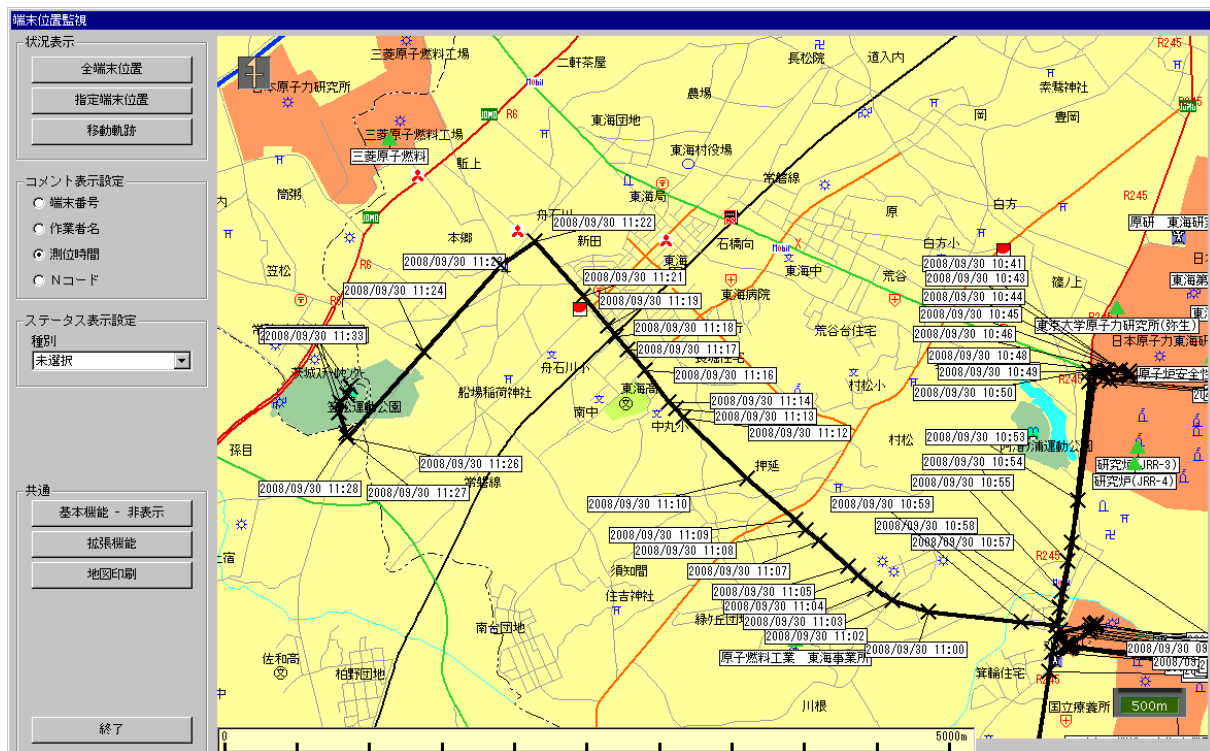


図-6.1 GPSによる動態データの測定例（原科研参加者）

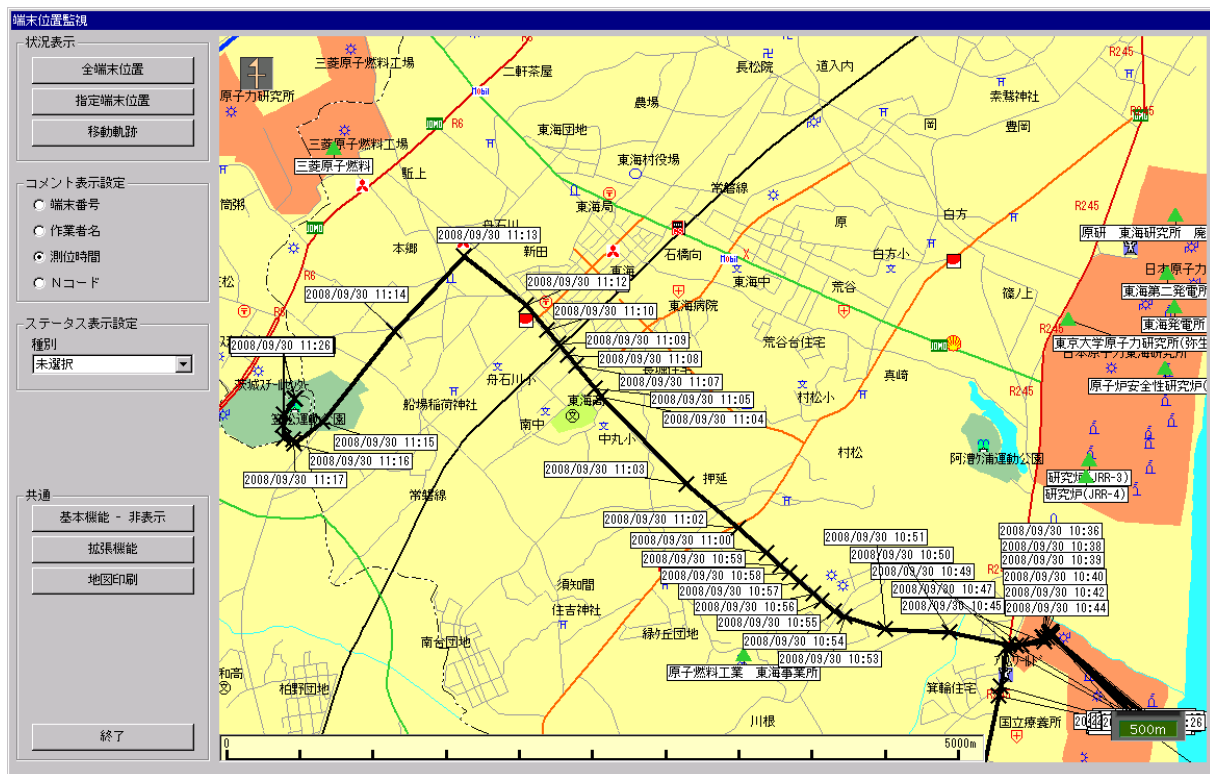
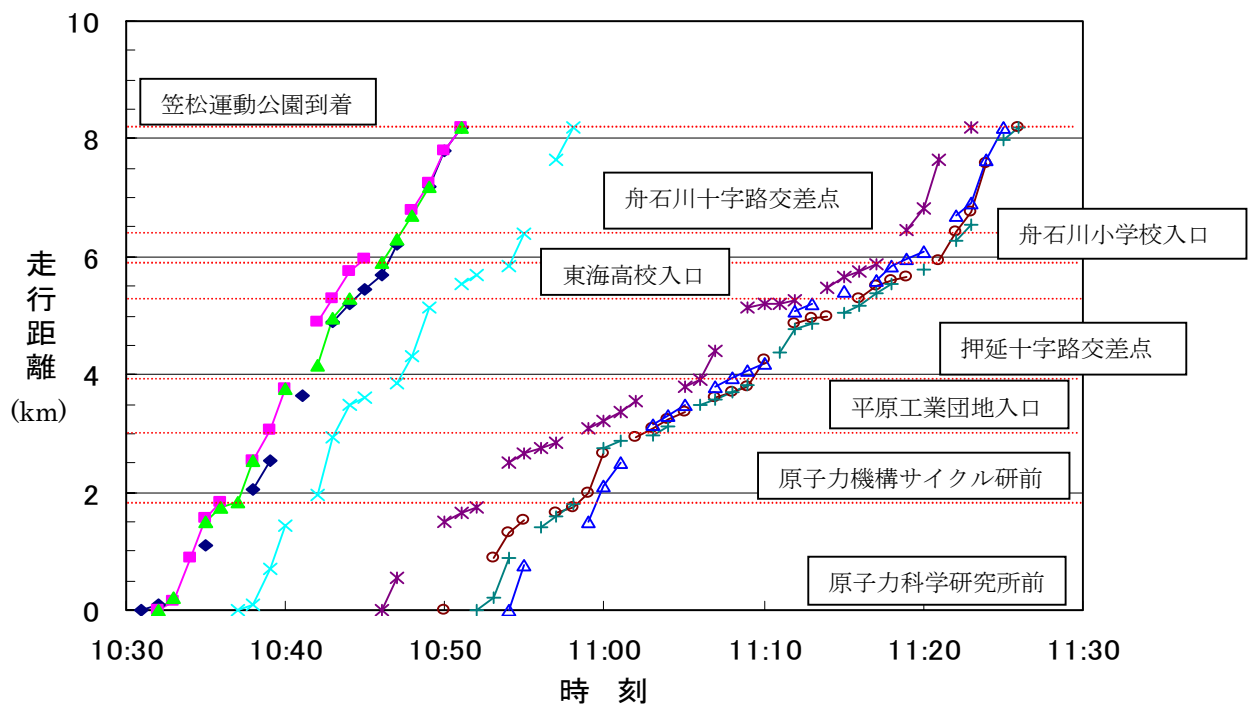


図-6.2 GPSによる動態データの測定例（核サ研参加者）

This is a blank page.

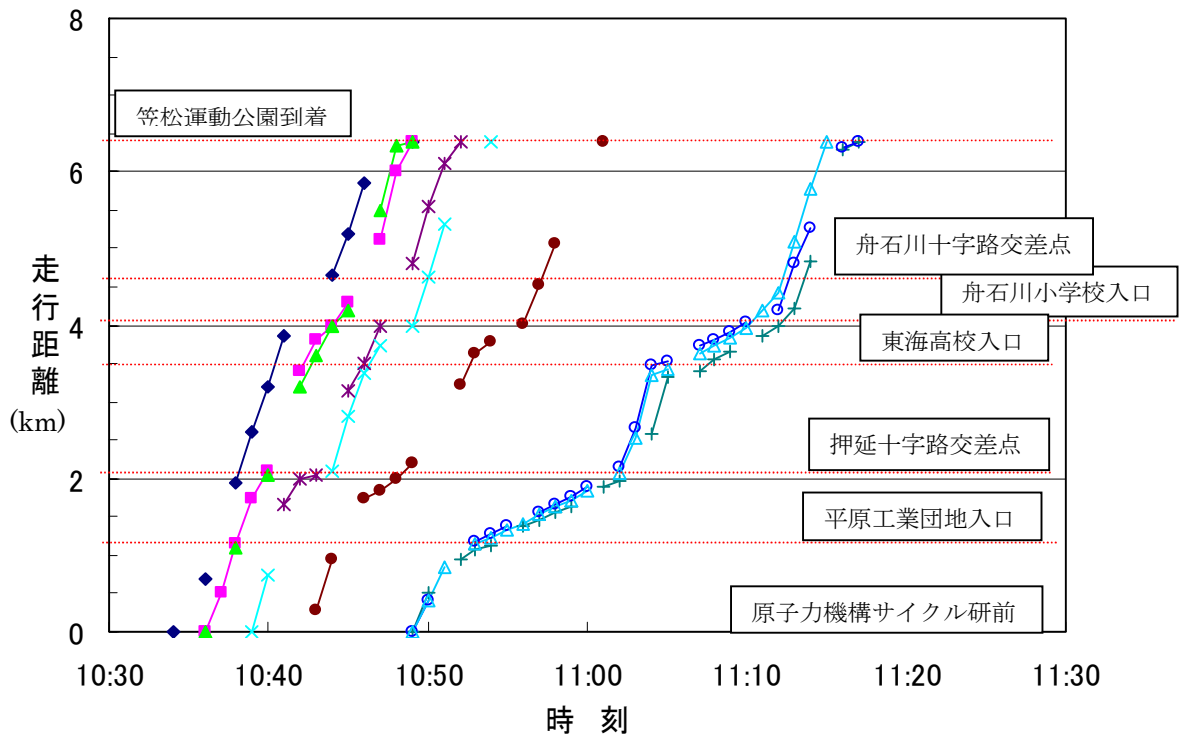


図－6.3 GPSによる動態データの測定例（本部参加者）

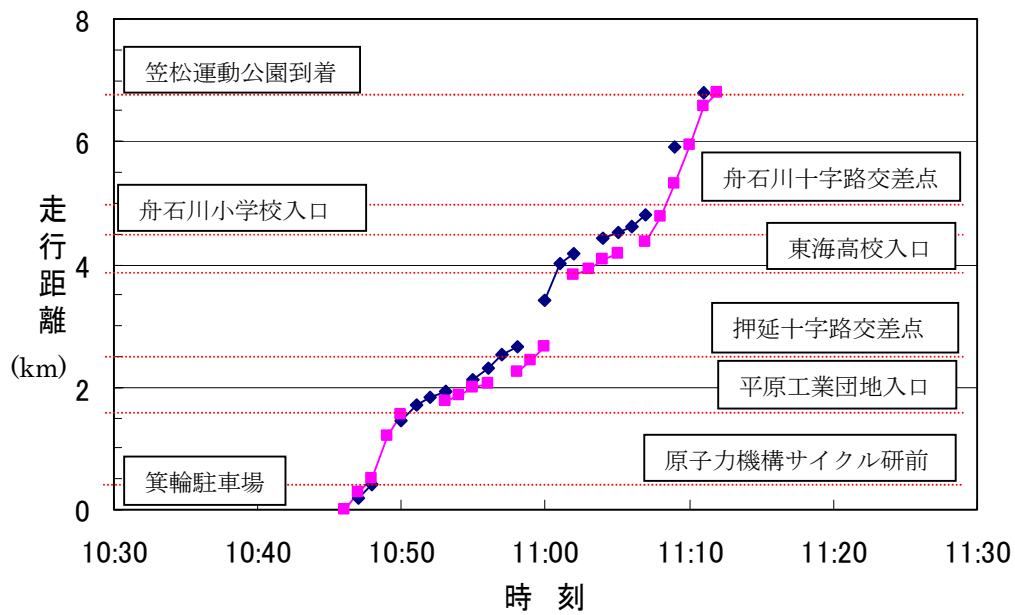


図－7.1 原科研参加者（8台）の避難車両の走行曲線

This is a blank page.



図－7.2 核サ研参加者（9 台）の避難車両の走行曲線



図－7.3 本部参加者（2 台）の避難車両の走行曲線

This is a blank page.

表－2 「自家用車避難訓練」における避難経路上の交差点と交通信号設定

番号	交差点	区間距離	信号
1	原子力科学研究所前		進行：30 秒 停止：1 分
		1.8km	
2	原子力機構サイクル研前		正門より：30 秒 245 号線より：1 分
		1.2 km	
3	平原工業団地入口		進行： 50 秒 停止：20 秒
		0.9 km	
4	押延十字路交差点		進行： 40 秒 停止：50 秒
		1.4 km	
5	東海高校入口		進行： 40 秒 停止：40 秒
		0.6 km	
6	舟石川小学校入口		進行： 30 秒 停止：1 分
		0.5 km	
7	舟石川十字路交差点		進行： 1 分 停止：30 秒
8	遠間交差点	1.2km	
9	第 4 駐車場北側出入り口	0.6 km	

表-3 空中撮影による避難経路の渋滞状況記録

時刻	避難経路の渋滞状況
10 : 32	核サ研の正門から先導パトロールカーに続いて避難車両が出始める。
10 : 34	核サ研からの先導パトロールカーが“平原工業団地入口”交差点を通過。
10 : 36	核サ研からの先導パトロールカーが“押延十字路”交差点を通過。
10 : 38	核サ研からの先導パトロールカーが“東海高校入口”交差点を通過。約 30 秒後に JR 常磐線を通過。
10 : 39	核サ研からの先導パトロールカーが“舟石川小学校入口”交差点を通過。(写真-1 参照)
10 : 41	核サ研からの先導パトロールカーが“舟石川十字路”交差点を通過。
10 : 42	核サ研からの先導パトロールカーが“遠間”交差点を通過。
10 : 44	核サ研からの先導パトロールカーが笠松運動公園入り口(避難所)に到着。
10 : 32~10 : 37	この間の交通流は避難経路全体でよく流れている。
10 : 48	“押延十字路”交差点で国道 6 号線方向のノロノロ運転が始まっている(写真-2 参照)。 “押延十字路”交差点付近をパトロールカーが通過(本部の避難車両先導車と考えられる)。
10 : 50 頃	核サ研の正門付近に避難車両なし。核サ研の避難車両はすべて門を出たと考えられる。“原子力機構サイクル研前”交差点で国道 245 号線から国道 6 号線方向に右折する避難車両が認められるが、交通流は良い。(写真-3 参照) “押延十字路”交差点で 750~790m のノロノロ運転の車列ができる。 “東海高校入口”交差点から“舟石川小学校入口”交差点の間、500m 程のノロノロ運転の車列ができる。 “押延十字路”交差点と“東海高校入口”交差点の間、及び“舟石川小学校入口”交差点より先の交通流は良い。
11 : 04	“舟石川小学校入口”交差点で 340m 程の渋滞(写真-4 参照)，“東海高校入口”交差点で 300m 程のノロノロ運転の車列。
11 : 06	“押延十字路”交差点で 250m 程のノロノロ運転の車列。 “平原工業団地入口”交差点の流れは良い。
11 : 08	“押延十字路”交差点で 460m 程の渋滞，“舟石川小学校入口”交差点で 400 m 程の渋滞。“押延十字路”交差点と“東海高校入口”交差点の間、及び“舟石川小学校入口”交差点より先の交通流は良い。

表－４ 原子力総合防災訓練における交通流状況観察結果（提供：茨城県警察本部）

番号	配置交差点	渋滞時間	渋滞状況等
1	原子力機構前	10：40～10：50	国道 245 号線を日立方面から進行して、原子力機構前交差点を駆上動燃線へ右折する車両約 90 台、約 1km の渋滞
2	平原工業団地入口	10：45～11：05	駆上動燃線原子力機構方向から進行する車両の平原工業団地入口交差点での信号、右折待ち等で車両 150 台、約 1km の渋滞
3	押延十字路交差点	10：37～11：12	先導の PC が信号待ちとなり、100 メートル渋滞。その後 300 メートルの渋滞となる。1 回の青信号で 10～15 台の車両が通過し信号が赤になる度に 300 メートル以上渋滞。交差点の通過速度は 40 km 位であった。
4	福祉センター入口	10：40～10：50	押しボタン信号で、横断した歩行者及び感應式信号で駆上動燃線に出た車両は少なく渋滞の発生なし
5	舟石川小学校入口	10：39～11：14	駆上動燃線原子力機構方向から笠松運動公園方面へ進行する車両は、信号の 1 サイクル 12 台位しか通過出来ないが、のろのろ走行で渋滞なし
6	舟石川幼稚園入口		渋滞なし
7	舟石川十字路交差点		渋滞なし
8	舟石川十字路交差点		信号待ちが最大時で 15 台程度であり、渋滞の発生は認められなかった
9	御料理「はなわ」		通称「かえで通り」渋滞なし。のろのろ走行
10	小林文具店前交差点		通称「かえで通り」渋滞なし。のろのろ走行
11	遠間交差点		渋滞なし
12	遠間交差点		渋滞なし 約 30km で走行
13	第 4 駐車場北側出入り口		渋滞なし 約 30km で走行
14	デンタルクリニック笠松		渋滞なし 約 30km で走行
15	孫目東交差点		交通規制による渋滞はなかったが、赤信号による自然渋滞が（船場宮前交差点方面から進行してくる車両）みられた。
16	船場宮前交差点		渋滞なし
17	笠松交差点北側交差点		渋滞なし

This is a blank page.



写真－1 核サ研からの先導車が「舟石川小学校入口」交差点を通過する際の状況（10：39 空中撮影）。まだ渋滞は発生していない。



写真－2 押延十字路から核サ研方向に伸びている渋滞の状況（10：49 空中撮影）

This is a blank page.



写真－3 「原子力機構サイクル研前」交差点の状況（10：50 空中撮影）
核サ研構内に避難車両は見られない。国道 245 号線原科研方向からの車両による渋滞もかなり解消している。



写真－4 「舟石川小学校入口」交差点の状況（11：04 空中撮影）
写真上方は JR 常磐線。渋滞は「東海高校入口」交差点の先まで続いている。

This is a blank page.

4.2 意識調査アンケートの分析

今回の「自家用車避難訓練」では、参加者全員に付録 A に示すアンケート用紙を配布し、「自家用車による住民避難」に関する意識調査を試験的に実施した。アンケートの集計結果を付録 B に示した。アンケートの回収総数は 186 件で、回収率は 95% である。

以下にその結果をまとめた。

4.2.1 回答者の居住地区分布

「質問 2 自宅の居住地区」によって本アンケート回答者の居住地区を調べた。これは日本原子力発電(株)東海第二発電所から自宅までの距離による回答傾向の違いを調べるためである。集計結果として、図-8 にアンケート回答者の居住地区の分布を示す。また、図-8.1～図-8.4 に主な市町村毎に日本原子力発電(株)東海第二発電所からの距離で分類した地区別の内訳を示す。ただし、東海第二発電所の EPZ（「防護対策を重点的に充実すべき地域の範囲」⁶⁾で、我が国の原子力発電所の場合、半径 10km。以下、「EPZ」という。）に含まれない地区は「その他」としてまとめている。また、アンケート回答に居住している行政区を記入していない回答者がどの市町村にも何人かいるため、行政区の未記入回答者は「その他」に含めることとした。

本訓練参加者が原子力機構職員であったことから、東海村村内に居住している参加者は全体の約半分足らず（約 45%）であった。また、東海村以外については、そのほとんどが東海第二発電所の EPZ に含まれない地区に居住している。そのため、今回実施した意識調査アンケートの結果は、発電所周辺の一般的な東海村村民の考えと傾向が異なっている可能性も考えられる。

4.2.2 避難手段としての自家用車の使用

「質問 3 自家用車避難とバスによる避難」によって避難手段の選択とその理由を調べた。図-9 に回答者全体の結果を示す。また、図-9.1 に市町村毎、図-9.2 に地区毎の内訳を示す。

図-9 より、全体の約 60% が「自家用車での避難がよい」とし、約 30% が「バスによる避難」、約 10% が「併用すべき」あるいは「ケースバイケース」という意見である。図-9.1 より、市町村別に見ると、概ね約 60% が「自家用車での避難」を選択している傾向は変わらないが、那珂市が約 80% に達し、他市町村より突出している。図-9.2 より、さらに詳細な地区別で見ると「自家用車での避難」を選択している割合が 50% の低い地区と 100% の高い地区がある。ただし、この地区毎の内訳は各々の地区の回答者数がかなり少ないので、統計的な信頼性は低い可能性がある。

この結果からは、特に東海第二発電所からの距離と「自家用車での避難」を選択する割合との相関は見ることができない。

「自家用車での避難」及び「バスによる避難」をそれぞれ選択した理由は、以下の通りである（右に記した件数は、理由を記入した回答数で、複数回答を含んでいる）。

(1) 自家用車避難の選択理由

- ① 自家用車の方が避難が速い（「バスは用意に時間を要する」を含む）。：56 件
- ② （多数家族の場合など）臨機に対応できる。：13 件

- ③ バス利用は現実的ではない(地方公共団体が用意するバスの信頼性を疑問視する意見を含む)。：9 件
- ④ 避難後の活動に制限がない(避難後の生活の便以外に、避難所施設以外への避難利用等の意見を含む)。：6 件
- ⑤ 一時集合場所への移動が問題(遠すぎる、自家用車で行くので同じ、等)。：4 件
- ⑥ その他：
 - ・避難後、車両の中に個人スペースができる。
 - ・ペットを連れて行ける。

(2) バス避難の選択理由

- ① 交通渋滞が発生し、避難が遅くなる。：37 件
- ② 自家用車避難では混乱が生じる。：9 件
- ③ 情報共有ができる(地方公共団体からの情報提供が期待できる、多数と一緒にいることによって安心できるとする意見を含む)。：4 件
- ④ その他：(避難所には)避難車両をすべて駐車できるスペースがない。

「自家用車での避難」を選択した者は地方公共団体の用意する「バスによる避難」では迅速な避難ができないことを懸念しており、「バスによる避難」を選択した者は「自家用車での避難」がひどい渋滞を発生させる可能性を懸念しているのが、全体的な特徴である。「併用」あるいは「ケースに応じて」という回答した者は、この 2 つの側面を両方考慮した上での回答であり、中には一般の住民は「自家用車での避難」とし、病人や老人のような要援助者は地方公共団体の用意する「バスによる避難」としてはどうかという提案もあった。また、「自家用車での避難」を選択した者の中でも、避難者同士の「乗り合い」を検討すべきとの意見もあった。

4.2.3 避難先施設及び避難経路の事前周知

「質問 4 避難先施設及び避難経路の事前周知」によって現在は事前決定されていない避難先施設及び避難経路について、事前に地区毎に割当て、周知しておくことの必要性和その理由を調べた。図-10 に回答者全体の結果を示す。また、図-10.1 に地区毎の内訳を示す。市町村毎の内訳については、いずれの市町村も図-10 の回答者全体の傾向と大きな違いがなかった。

図-10 より、回答者全体では「事前周知するべき」という意見が 95% で大勢を占めた。図-10.1 より、多くの地区で「事前周知するべき」という意見がほとんどであったが、ひたちなか市の東海第二発電所に比較的近い長砂等の地区は他地区に比べこの少し割合が低かった。

「事前周知するべき」及び「事前周知しなくてよい」としたそれぞれの理由は、以下の通りである(右に記した件数は、理由を記入した回答数で、複数回答を含んでいる)。

(1) 「事前周知するべき」の理由

- ① 実際の緊急時に混乱しないですむ(地方公共団体の避難先広報の有効性を疑問視する意見を含む)。：43 件
- ② 事前に知っている则安心(場所の事前確認ができる、心の準備ができる、等の意見を含

む)。：39 件

③ すぐに対応できる：20 件

④ 家族との連絡が容易である。：14 件

⑤ 事故の発生を防止できる。：4 件

⑥ 通信や交通機関が不能になった場合でも各自で行くことができる。：3 件

(2) 「事前周知しなくてよい」の理由

① 状況に合わせた方がよい（多様な通信手段によって地方公共団体からの避難先広報を得ることができるとする意見を含む）：3 件

② 避難先施設は事前周知すべきだが、避難ルートは指定するべきではない：3 件
(渋滞時に抜け道等ルートを自由選択したい、同一の避難ルートではかえって渋滞するという意見を含む)

③ その他：・事前の避難ルートが不通となっていることもある。

「事前周知するべき」とした主な理由は、「混乱が防止できる」、「知っている方が安心」あるいは「すぐに対応できる」であった。「事前周知しなくてよい」とした主な理由は、「状況に合わせた方がよい」と「避難経路のみは自由にするべき」との意見である。「事前周知するべき」とした回答の中に、地方公共団体からの広報等の通信やバスといった交通機関が使えない可能性を考え、自力で避難所に向かうことを念頭においた回答がいくつかあった。その一方で、「事前周知しなくてよい」とした回答の中にも、携帯電話等の多様な情報伝達手段があることを考え、緊急時における避難先情報が確実に得られることを想定し、情報を得てから対応すればよいとした回答もほぼ同数あった。また、渋滞時に抜け道等ルートを自由選択したい、あるいは、同一の避難ルートではかえって渋滞するのではないかという理由で、「避難経路のみは自由にするべき」との意見があったことは、今後「自家用車避難」の実施要領を検討する上で非常に重要である。

4.2.4 家族の避難*

「質問 5 自宅に残っている家族の避難手段」によって自宅に残されている家族が自力で自家用車を用いて避難するか、本人が帰宅するのを待って避難するかを調べた。このことが、その世帯の避難開始までの時間を大きく左右するためである。

質問 5 では、まず「(1) 自宅に残っている家族の有無」を聞いた。図-11 に市町村毎の結果を示す。東海村では自宅に家族が残っているとした回答は半数を下回ったが、周辺の市では半数を超え、特に日立市ではその割合が大きい。

次に「(2) 家族の避難手段」で、その家族の避難における移動手段の有無を調べた。

図-12 に回答者全体の結果を示す。また、図-12.1 に市町村毎の内訳を示す。

図-12 より、回答者全体では 80%以上が自宅に残されている家族がセカンドカーなどの避難

*質問 5 は他よりも回答数が少なかったため、地区毎の内訳は各回答数が少なくなりすぎて比較の意味をなさないと考えられたため、分析対象としなかった。

手段をちゃんと有しており、本人が帰宅しなければ家族が避難できないと応えたのは 16%程度であった。図-12.1 より、市町村別に見ると日上市だけが 60%を少し超える程度であるが、他の市町村ではいずれも高い割合を示している。全体として、自家用車保有台数が比較的高い本県の特徴を反映しているものと思われる。

次に「(3) 自宅に残っている家族の避難の開始」で、その世帯の避難開始が本人や他の外に出ている家族の帰宅に関係するかどうかを調べた。図-13 に回答者全体の結果を示す。また、図-13.1 に市町村毎の内訳を示す。

図-13 より、回答者全体の過半数は、自宅に残っている家族は、本人や他の外に出ている者を待つことなく避難を開始すると回答している。この傾向は、図-13.1 からいずれの市町村でも同様であると考えられる。ただし、この質問(3)は他に比べ「分からない」と回答した割合が大きいため、相対的に信頼性が低くなってしまった。今後は、調査に先立って事前に家族と相談してもらうなど、もう少し「分からない」という回答を減らす工夫が必要である。

質問 5 の最後は、「(4) 家族の自家用車避難における乗車率」で、自宅に残っている家族が利用する避難車両の台数を推定するために、セカンドカーなどに何人乗車するかを調べた。これは、避難時のその地域の交通需要の増加を評価するための基礎情報となる。

図-14 に回答者全体の結果を示す。また、図-14.1 に市町村毎の内訳を示す。図-14 より、2~3 人乗車するという回答で全体の 70%を占める。また、5 人以上乗車するという回答も少ないがいくつかあった。しかし、図-14.1 から、自宅に残っている家族の乗車率は市町村によって大きな違いがあることが分かる。このことから、避難車両による交通需要の増加を評価するためには、各地域で住民がどのように車両に乗車するのか、ある程度詳細に調査する必要があることが分かった。

4.2.5 自主的避難の可能性

「質問 6 自主的避難の可能性」では、自分のいる地区は「屋内退避」という指示で、避難する必要がなかった場合、それでも自主的に避難を開始してしまう人の割合を調べた。これは、本来避難すべき人たちの避難を阻害する要因となり得る「自主的避難」の発生率を評価するための基礎情報である。

図-15 に回答者全体の結果を示す。また、図-15.1 に市町村毎の内訳を示す。

図-15 から、回答者全体の 90%が「指示通り屋内退避」と答え、「自主的避難をする」という回答は少なかった。図-15.1 より市町村別に見ても、すべての市町村で同じ傾向があり、これはさらに詳細に地区別に調べても同じであった。

4.2.6 学校にいる子供に関わる避難時の行動

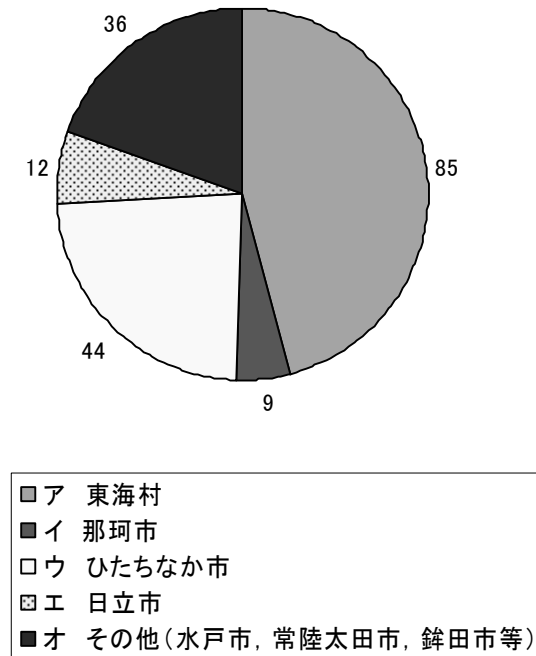
「質問 7 村内の児童、生徒の有無」と「質問 8 子供に関する避難行動」は、避難区域内の学校に子供がいる場合、親がどう行動するかを調べるための質問である。「質問 7 村内の児童、生徒の有無」によって、本訓練参加者の中に東海村村内の学校に通う子供の親がどのくらいいるか調べ、続く「質問 8 子供に関する避難行動」でその親が、避難が必要な事態に、自分の子供

を学校に迎えに行くかどうか、また、子供の避難先があらかじめ分かっているならば、子供の避難を学校に任せ、あえて自分で迎えに行くことはしないかどうか調べた。

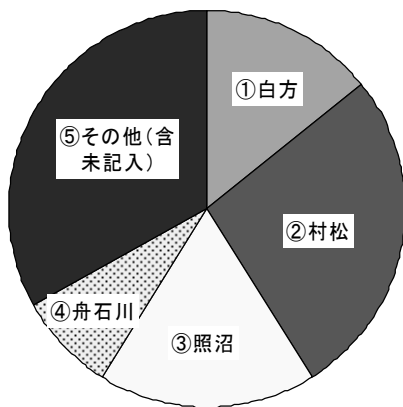
図-16に「質問7 村内の児童、生徒の有無」の回答者全体の結果を示す。本訓練参加者が原子力機構の職員だったこともあり、東海村村内居住者が予想以上に少なく、村内の学校に子供が通っている者は約10%しかなかった。

そのため、「質問8 子供に関する避難行動」については十分な回答数を得ることができなかった。*回答数は少ないが、図-17に避難が必要となる事態における「子供の避難」について、東海村村内の学校に通う児童、生徒がいると回答した回答者全体の意識を調べた結果を示す。「子供の避難先が事前周知されていれば、学校に子供の避難を任せる」という意見が過半数であった。しかし、それでも「子供を学校に迎えに行く方がよい。」とする回答が、20%以上あった。

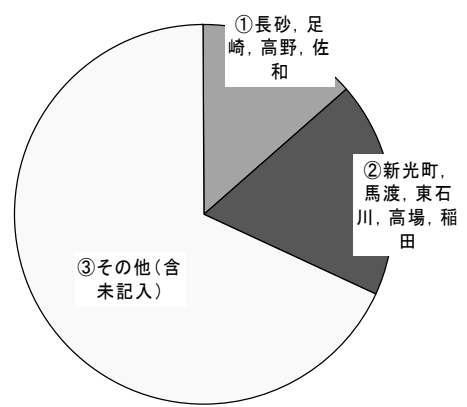
*質問8は、質問7の該当者に限定せず、回答者全体に回答させるべきであった。これが、今回の調査の反省点である。



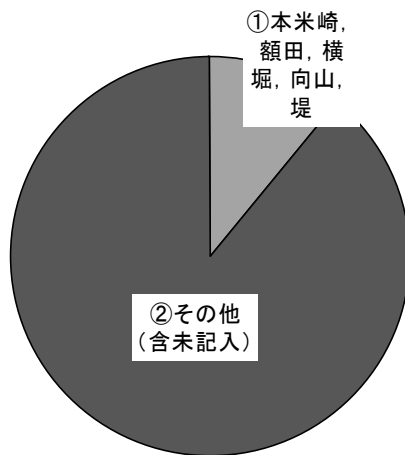
図－8 「質問 2」回答者の居住地区分布



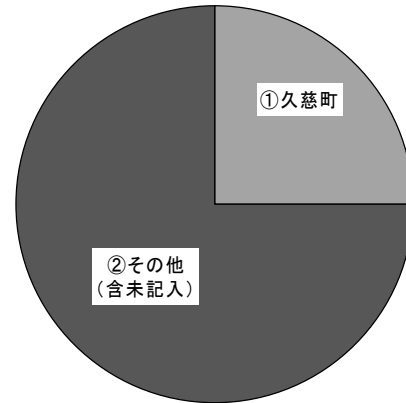
図－8.1 「質問 2」回答者の居住地区分布
(東海村)



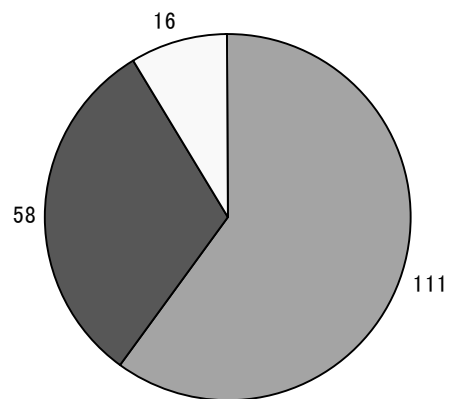
図－8.2 「質問 2」回答者の居住地区分布
(ひたちなか市)



図－8.3 「質問 2」回答者の居住地区分布
(那珂市)

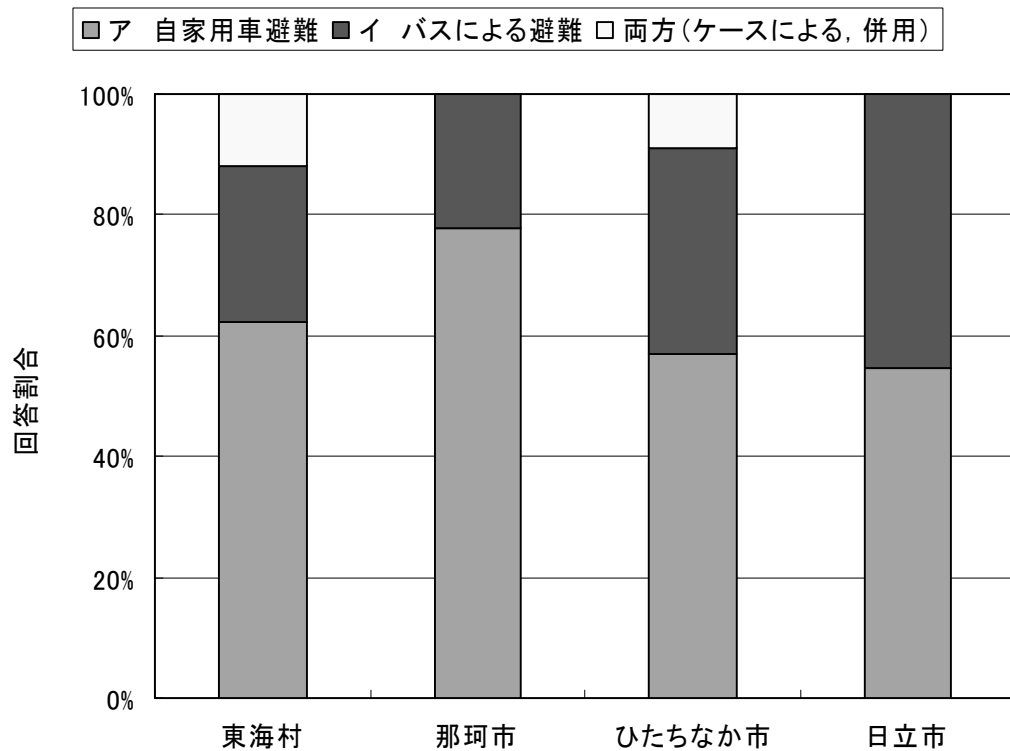


図－8.4 「質問 2」回答者の居住地区分布
(日立市)

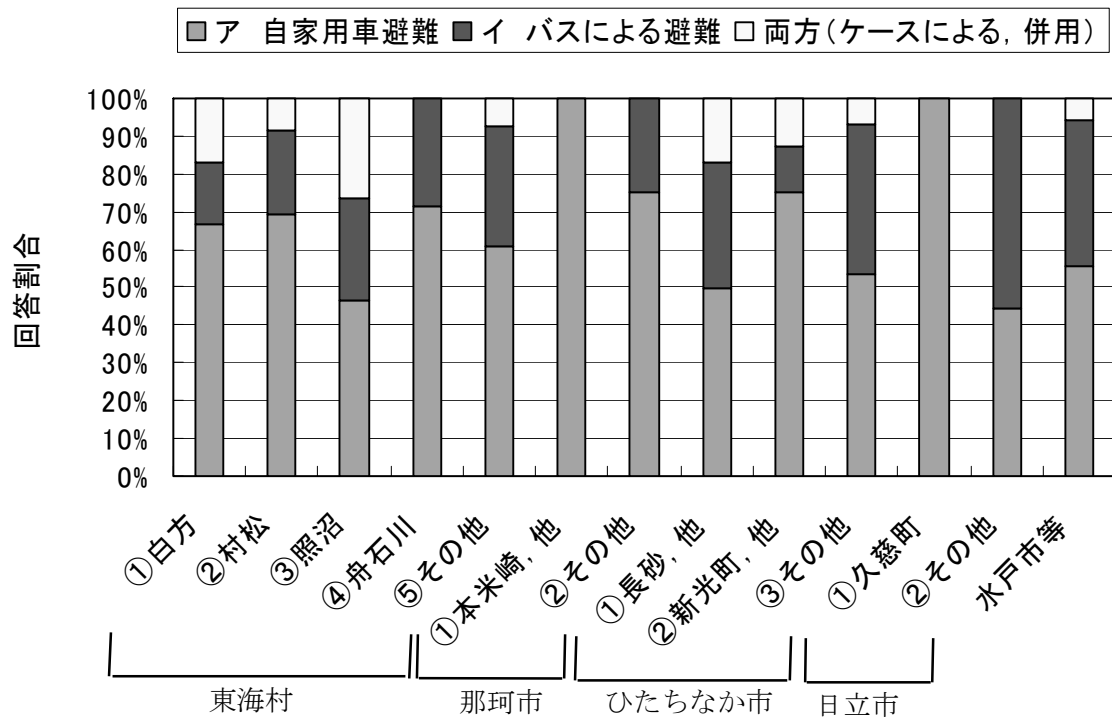


■ア 自家用車避難 ■イ バスによる避難 □両方(ケースによる, 併用)

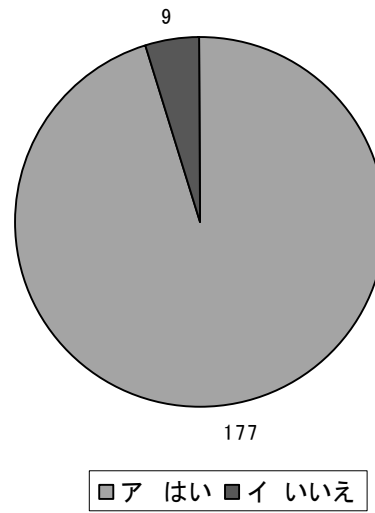
図－9 住民避難の手段としての自家用車とバスの選択(回答全体)



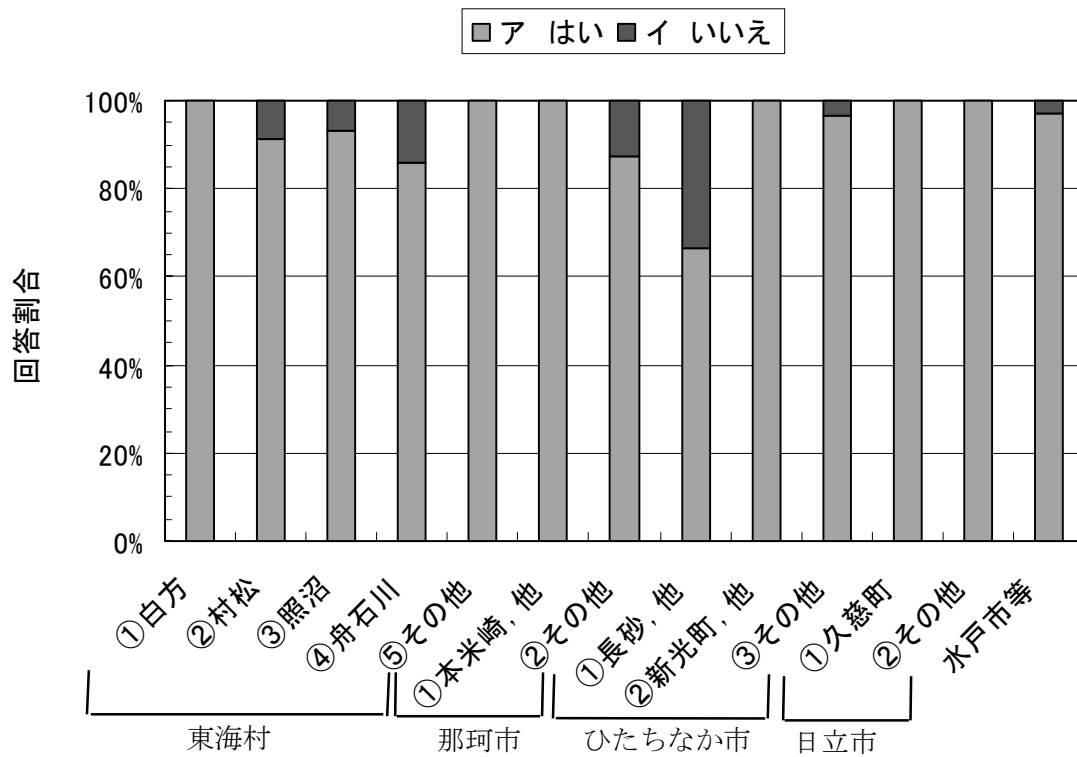
図－9.1 住民避難の手段としての自家用車とバスの選択(市町村別)



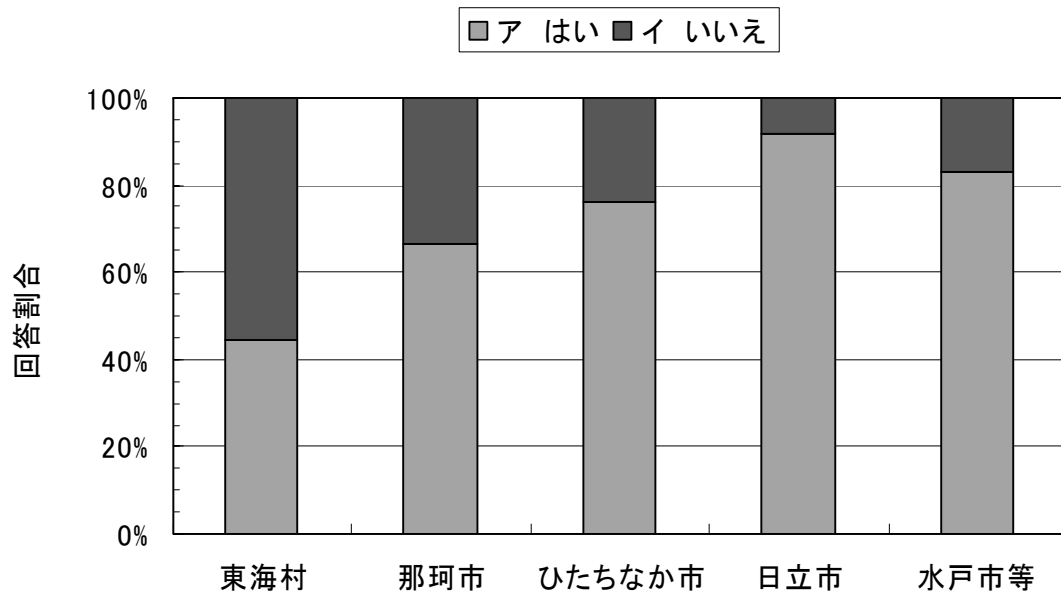
図－9.2 住民避難の手段としての自家用車とバスの選択(地区別)



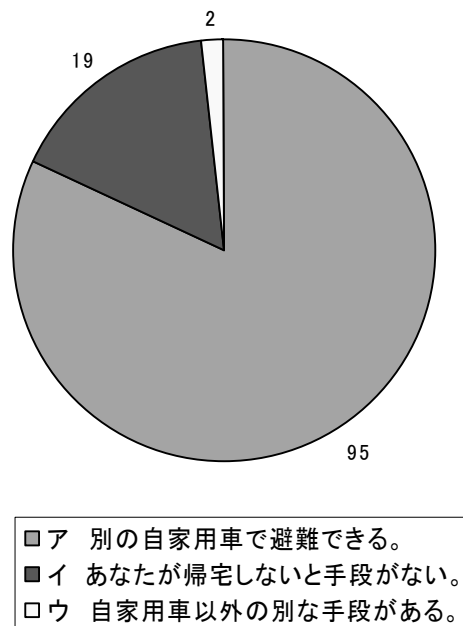
図－10 避難先施設及び避難経路の事前周知の必要性(回答全体)



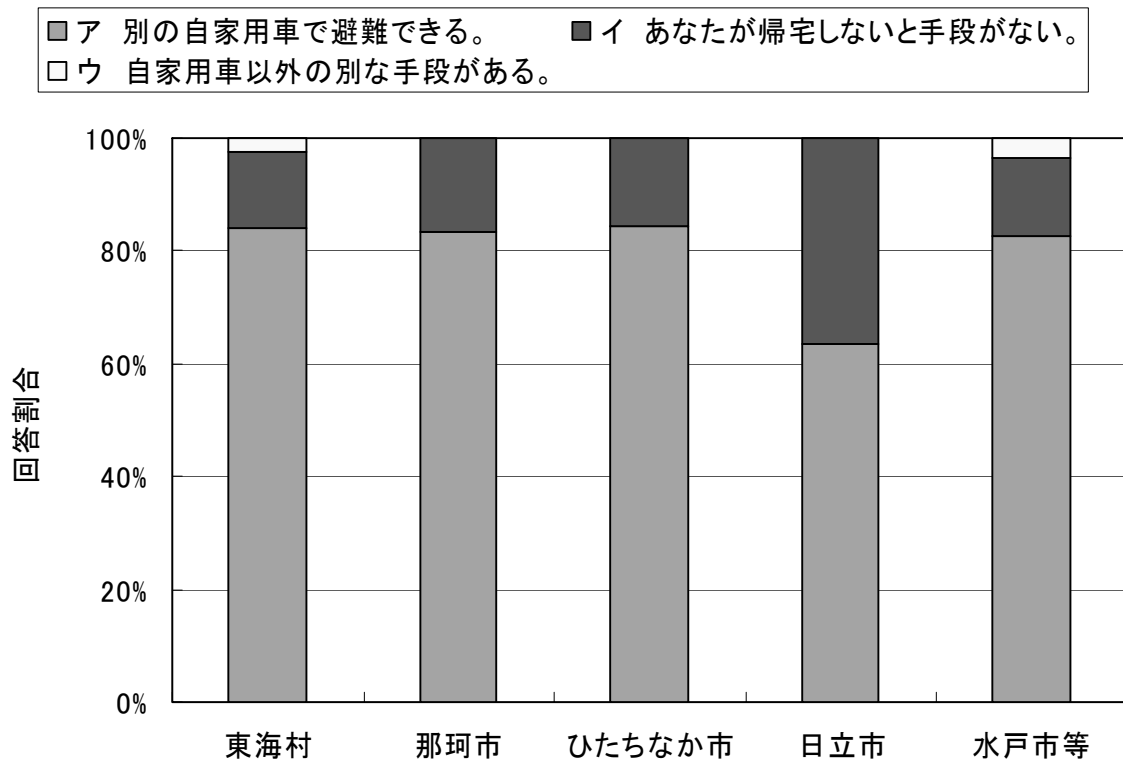
図－10.1 避難先施設及び避難経路の事前周知の必要性(地区別)



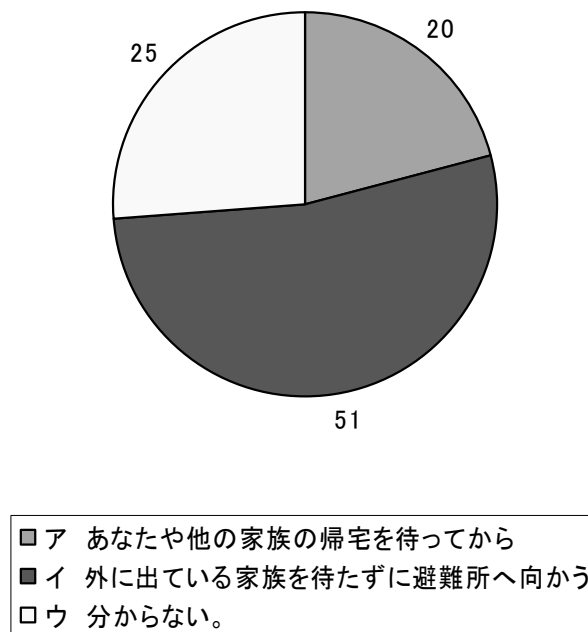
図－11 自宅に残っている家族の有無(市町村別)



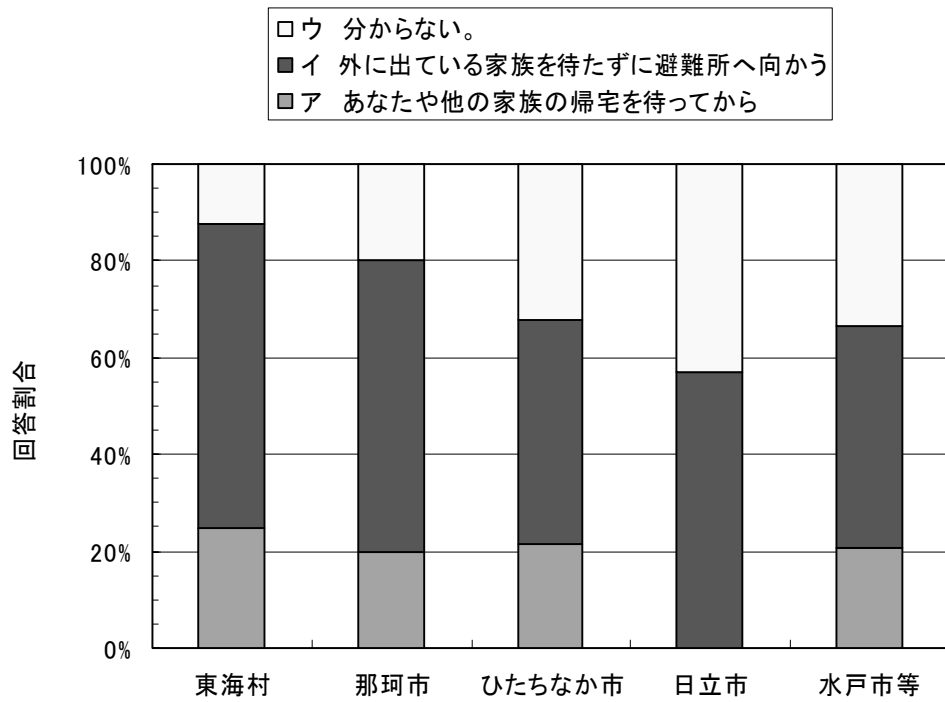
図－12 自宅に残っている家族の避難手段(回答全体)



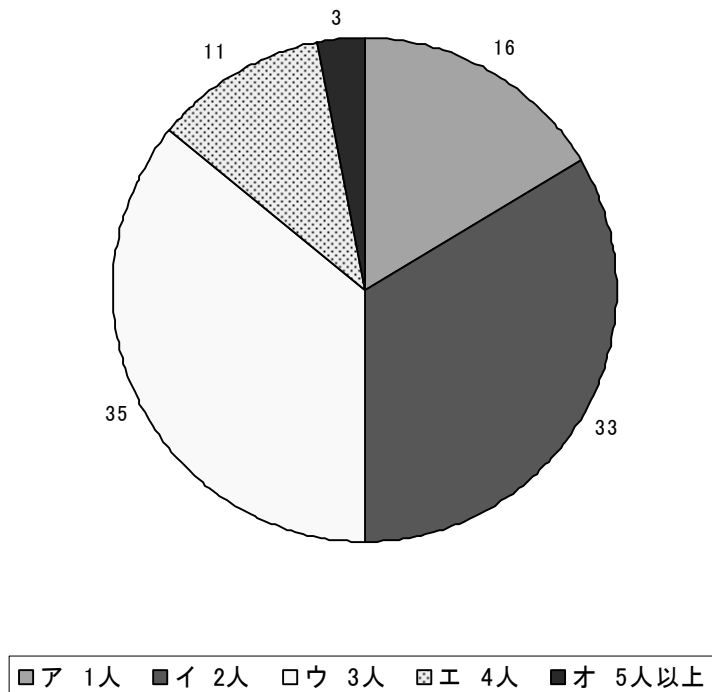
図－12.1 自宅に残っている家族の避難手段（市町村別）



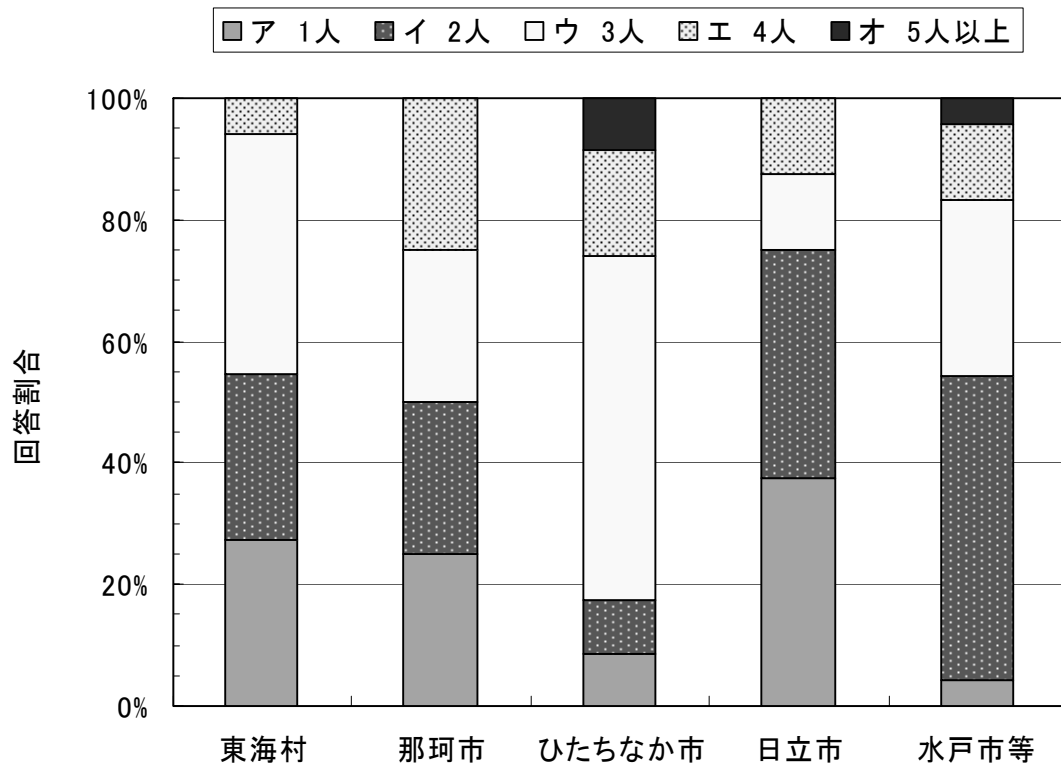
図－13 自宅に残っている家族の避難開始(回答全体)



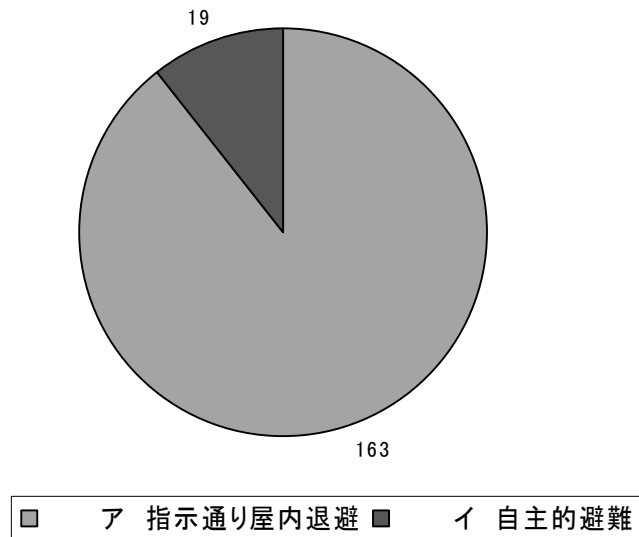
図－13.1 自宅に残っている家族の避難開始(市町村別)



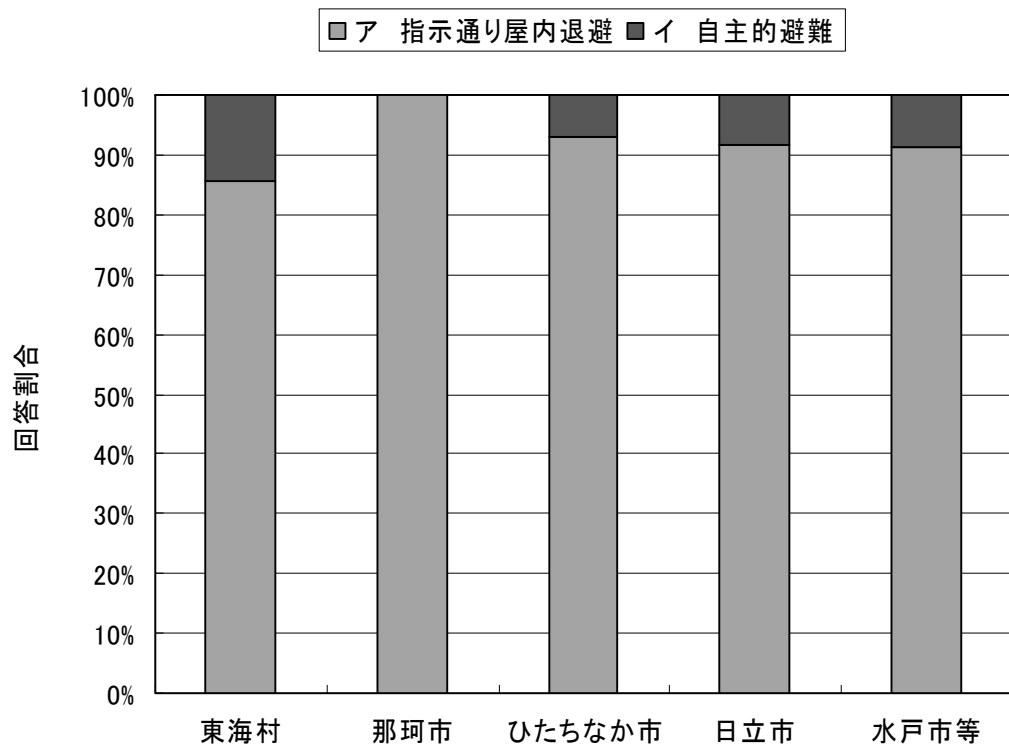
図－14 自宅に残っている家族の避難車両乗車率(回答全体)



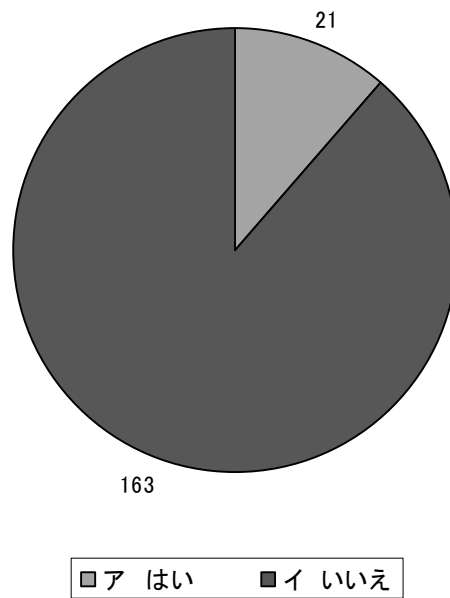
図－14.1 自宅に残っている家族の避難車両乗車率(市町村別)



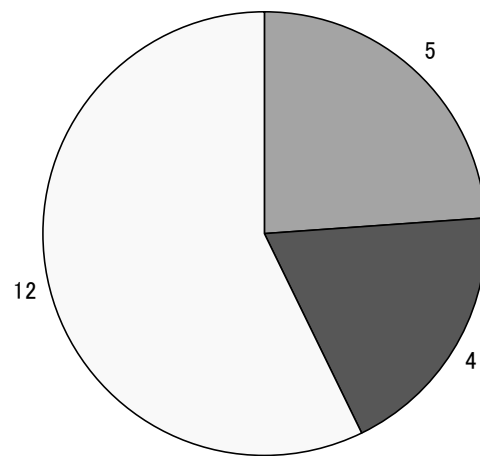
図－15 避難の必要がなくても自主的に避難を開始すると回答した割合(回答全体)



図－15.1 避難の必要がなくても自主的に避難を開始すると回答した割合（市町村別）



図－16 東海村村内の学校に通う児童，生徒がいると回答した割合(回答全体)



- ア 学校に迎えに行く方がよい。
- イ 学校が避難させる方がよい。
- ウ 避難先の事前周知があれば、学校が避難させる方がよい

図－17 東海村村内の学校に通う児童，生徒がいると回答した参加者の「子供の避難」に関する意識(回答全体)

5. 考 察

第4章「結果の分析評価」で述べた今回の「自家用車避難訓練」の結果を踏まえ、「自家用車による住民避難」を計画する際のいくつかの課題について考察する。

5.1 自家用車避難訓練における交通流状況

第4章「結果の分析評価」で述べたように、GPS測位に基づく動態データと茨城県警察からの提供情報から、避難車両の、研究所正門を通過した後の走行状況を見ると、公道に出た時間が遅いほど、避難所到着までに時間を要しており、それが「押延十字路」交差点及び「舟石川小学校入口」交差点で発生した渋滞の影響であることが分かった。さらに、その2箇所の交差点の信号は、避難経路方向の停止時間が1分と、通行時間に比べて長く設定されており、また他の交差点の信号に比べても停止時間が長い。同じ数の避難車両が通過していても、他の交差点で渋滞は発生せず、よく流れていた。これらのことから、この2箇所の交差点の渋滞は信号による停止時間が大きな影響を及ぼした可能性が大きい。

今回の「自家用車避難訓練」では、交通規制を実施したのは村道遠間庚塚線の「かえで通り」（「舟石川十字路」交差点から笠松運動公園第4駐車場北側出入口口まで）だけで、避難経路である駈上り線は交通規制していない、すなわち避難車両は平常の交通流状態の中を走行していた。もし、「押延十字路」交差点及び「舟石川小学校入口」交差点の信号を、駈上り線方向の停止時間を臨時により短く設定変更する、あるいは警察官が各交差点に立って駈上り線方向の交通流を優先するように交通規制していれば、渋滞が発生しなかった可能性も考えられる。

「自家用車による住民避難」が一般的である米国では、避難経路は対象としている原子力発電所を中心に放射状の方向に経路を選定することを基本としており、その進行方向の流れを優先する交通規制を実施する。⁷⁾ 風下方向がこの放射状の避難経路と同じ方向であった場合は、必ずしも合理的とはいえないが⁸⁾、避難経路の方向の交通流を優先するように特別な交通規制を行う。¹⁾ 我が国でも、今回の「自家用車避難訓練」と違って、実際の原子力災害発生時には避難経路の交通規制を行うことになっており、この場合、避難経路への流入規制とともに避難の流れ方向の交通流を優先するような交通規制を行うことが重要である。したがって、「自家用車による住民避難」を計画する場合、その交通規制の実効性をいかに高めるかという点が重要な課題となる。

交通規制については、後述の第5.4節も参照されたい。

5.2 住民避難の実施手段の選択

第4.2.2項で述べたように、住民避難の手段として「自家用車」と地方公共団体の用意する「バス」のどちらが好ましいかという点に関して訓練参加者の意見が分かれた。訓練参加者の意識として、「自家用車での避難」では渋滞の防止対策が最重要課題であり、地方公共団体の用意する「バスによる避難」は迅速なバスの手配と迅速な避難開始が最重要課題であると考えている。いずれの手段でもそれぞれの長所、短所があり、どちらの手段を主に考えるかについては、当該地域においてどちらの課題に対してより現実的で効果的な対策が実施できるかということから決ま

るものと思われる。現在、我が国では、原子力緊急事態における住民避難は地方公共団体が準備するバス等を使って避難させるのが基本的な考え方であり、すべての地方公共団体が「バスによる避難」を計画しているが、今後は原子力施設周辺の人口密度やバスの確保できる数、道路の整備状況等、地方公共団体が地域の状況に応じて住民避難の実施手段を選択することが重要であろうと思われる。

また、第 4.2.2 項で述べた参加者の回答の中に、一般の住民は「自家用車での避難」とするにしても、病人や老人のような要援助者は地方公共団体の用意する「バスによる避難」とする提案や、「自家用車での避難」でも避難者同士の「乗り合い」について提案があったことは特筆すべきである。実際、「自家用車による住民避難」を実施している米国では、この提案のような対策が実際になされており¹⁾、我が国でも「自家用車による住民避難」を導入する際には考慮されるべきと思われる。

5.3 避難先施設及び避難経路の事前選定と住民への周知

原子力緊急事態における住民避難において、現在は、事故発生時にプラントの状況と事故進展の予測に基づく防護対策実施範囲を決定し、その後に避難先施設及び避難経路を選定するため、平常時に住民が事前を知ることはできない。避難先施設となる候補施設を知ることができるのみである。そして、住民は、原子力緊急事態が発生すると、事故の重大性を広報されるとともに自身の避難の必要性を知ることとなるが、このときの緊急時広報でも住民は自分の避難先がどこか知ることはできない。緊急時広報は簡潔である必要があり、近隣の一時集合場所に一旦集結することになっているので、避難先施設を述べる必要がないためである。

第 4.2.2 項で述べたように、参加者の意識調査のアンケートにおいて地方公共団体の用意する「バスによる避難」がよいと回答した理由に「情報共有ができる」として、避難バスの車内において地方公共団体からの情報提供を期待する意見があったのは、住民が事故の最新情報のみならず、避難先に係る情報が得られると考えていることにほかならない。

第 4.2.3 項で述べた避難先施設及び避難経路に関する訓練参加者の意識調査結果は、このような状況を反映しており、回答者たちが避難先施設及び避難経路という自身に最も係わりのある情報を「事前に」把握して「安心」したいと考えており、「事前に」把握していなければ実際の原子力緊急事態に「大きな混乱」が発生すると危惧していることを示したものである。今回の調査では、訓練参加者が原子力機構の職員であることから、必ずしもアンケートの回答が東海村の一般村民の意識を代表しているとは限らないが、一般村民においても同様な意識を持っている可能性は高いと考えられる。

「自家用車による住民避難」が一般的である米国では、居住地区に対応した避難先施設及び避難経路を事前に選定し、毎年住民に周知を図っている。^{1,7)} フランスでは、我が国同様、地方公共団体の用意する「バスによる避難」を主体にしているが、それでも居住地区に対応した避難先施設及び避難経路を事前に選定しオフサイトの緊急時対応計画に相当する「特定介入計画」(PPI ; Plans particuliers d'intervention) に記載している。⁵⁾

避難先施設及び避難経路を平常時に選定しておき、事前に住民に周知しておくことは、「自家

用車による住民避難」における「混乱」の発生を防止するために非常に有効と考えられるが、そのためには避難先施設を EPZ の外側にある施設とすることが必要である。すなわち、原子力安全委員会のいわゆる防災指針⁶⁾では、EPZ は「技術的に起こり得ないような事態までを仮定し、十分な余裕を持って原子力施設からの距離を定めたものである」としており、事故の確定的な影響は及ばない保守的に設定された区域と考えられる。したがって、EPZ の外側の施設を避難先施設として選定すれば、万一事故進展予測に反して思わぬ方向に事故が悪化したり、気象条件が変化したとしても、避難先施設を見直す必要はない。避難先施設の選定条件として EPZ の外側であることを課すことによって、避難対象区域は事故発生後に予測解析に基づいて決定するとしても、居住地区に対応した避難先施設及び避難経路を事前に選定することが可能となる。

避難先施設及び避難経路を事前に選定してあれば、平常時から避難の方法をより具体的に、より分かりやすく住民に周知することができる。このことは、「自家用車による住民避難」を実施する上で不可欠の要素と考えられる。

一方、第 4.2.3 項で述べた意識調査結果において、避難先施設は事前に周知することは賛成だが、「避難経路のみは自由にすべき」との意見があったことは、注意を要する。渋滞時に抜け道等ルートを選択する、あるいは、同一の避難ルートではかえって渋滞するというのがその回答理由であるが、この「避難車両の迂回行動」は本来の避難経路で避難している人たちの避難行動を阻害する可能性があり、かえって避難の終了を遅らせてしまう可能性がある。米国では、避難車両が渋滞を避けるために迂回行動を取り、防護対策計画区域内を迷走するという問題点が指摘されている⁹⁾。

日常においても、高速道路の渋滞時に路側帯走行する車両をしばしば目撃するが、この例のように、「避難車両の迂回行動」も防止することが非常に難しいと考えられる。しかしながら、「自家用車による住民避難」を計画する上では、その影響を考慮すると同時に、その防止対策の検討が今後の重要課題である。

5.4 自主的避難の対策

第 4.2.5 項で述べた自主的避難に関する意識調査結果において、「屋内退避」の指示があるが、避難する必要がある場合、指示通り「屋内退避」を行い、自主的に避難を開始することはないという回答が非常に高い割合であった。この結果が、一般東海村村民でも同じ意識であれば、「自家用車による住民避難」を実施する上で非常に有利である。しかし、今回の、アンケート結果については、回答者が原子力事業所職員に対して実施されている点を考慮しておく必要がある。

梅本は、JCO 臨界事故後に行った住民調査に基づいて、JCO 周辺の“避難の必要ない”住民のほぼ半数が自宅外に自主的避難を行ったという結果を報告している。^{10,11)}

Goldblatt は、米国の 10 マイル (約 16 km) の EPZ 内において、避難対象地域に隣接した風上側の地域で 50% の (避難の必要のない) 住民が、また避難対象地域の外側でも 25% の (避難の必要のない) 住民が自主的に避難を開始するとし、さらに EPZ の外部でも 10% の住民が避難を開始するとしている。^{2,12)}

また、2008 年に発行された NUREG/CR-6953 Vol.2 は、テーマ別討論会と電話調査によって

行った米国の原子力発電所の事故時の避難等防護対策に関する米国の EPZ 内の住民の意識調査結果をまとめているが、そこで以下の結果を報告している。¹³⁾

- ① 避難が必要なくても周囲に避難する人がいると自分も避難したいと思い、その大部分は実際に避難するであろうと考えている、
- ② しかし屋内退避でよいということをきちんと知らされていれば、避難対象区域の近くの住民の大部分は自主的な避難を思いとどまるが、それでも 17%は自主的避難を行うと回答している、
- ③ 23%は過去に避難指示の出る前に自主的な避難を行った経験が実際にあり、この人々は潜在的に自主的避難を行う可能性があると考えらるべきである、
- ④ 自主的避難の防止では、原子力発電所の周辺の“避難の必要ない”地域に対する情報提供がきわめて重要で、避難しなくても安全であることを確実に伝える必要があること。

「自家用車による住民避難」に限らず「バスによる避難」においても、この自主的避難の発生は、本来“避難が必要な”地域の住民避難を阻害する要因となる。この自主的避難の対策として、今後以下について検討が必要と考えられる。

- a) EPZ 内外において、事故の影響や住民のリスクに関してきめ細かく頻繁に情報を提供する緊急時広報が重要であり、特に“避難の必要ない”地域に対し、「避難しなくても安全である」ことを納得してもらうための緊急時広報活動が必要と考えられる。
- b) さらに、このような広報活動の努力にもかかわらず、ある割合で自主的避難は必ず発生する。そのため、住民避難計画の検討においてこの影響を考慮しておくとともに、避難経路の交通流を確保できるように、非常に早い段階から交通規制を避難経路全域に対して実施するなど、交通規制の方法を検討することが必要である。
- c) 我が国における自主的避難の発生の可能性に関する調査実績はこれまでない。今回の調査は、限られた数の原子力の専門家に対して行ったものであり、原子力事業者と関係のない、一般住民について意識調査を実施し、再評価することが、今後不可欠である。

5.5 学校にいる子供の避難に関する対応方針の周知

第 4.2.6 項において、学校にいる子供の避難に関する意識調査結果は回答数が少ないが、「子供の避難先が事前周知されていれば、学校に子供の避難を任せる」という意見が過半数であったこと、及び、それでも「子供を学校に迎えに行く方がよい。」とする回答が 20%以上あったことを述べた。

子供を迎えに行く車両の発生は、渋滞時に抜け道等ルートを求めて発生する迂回行動と同様に、防護対策活動区域内で大きな混乱を発生させ、本来迅速に避難させなければならない人たちの避難行動を阻害する可能性があり、かえって避難の終了を遅らせてしまう可能性がある。

「自家用車による住民避難」が行われている米国では、避難しなければならない事態に、「避難区域内の学校に子供を迎えに行くこと」は、大きな混乱の要因となるため、住民に対し毎年「避難区域内の学校に子供を迎えに行かないこと」、「子供とは、あらかじめ周知されている避難所で落ち合うこと」を周知徹底する努力を行っている。¹⁴⁾しかし、それにもかかわらず、米国でも

「子供を学校に迎えに行く。」という親は 70%以上に達し、既に子供は学校側で避難させことになっていても、学校に迎えに行ってしまうと考えている親が 40%程度いることが報告されている。

13)

一方、米国では、学校にいる子供については、病院の入院患者等と同様に、一般住民の避難が必要となる事態よりも前の段階において*、「予防的に避難させる」ことも考えられている。^{1, 14, 15)}

フランスでは、米国と違って、「避難区域内の学校に子供を迎えに行くこと」を抑制するのではなく、「避難が必要となる前」に学校から子供を「帰宅させてしまう」ことを対策の第一としている。⁵⁾ 専業主婦のように自宅に常に在宅している家族がいるかどうか、また事故の進展速度等の状況も考慮する必要もあると思われるが、このような方法も有効な対策のひとつと思われる。

第 4.2.4 項で述べた今回のアンケート調査では、東海村では自宅に家族が残っているとした回答は半数を下回ったが、日立市ではその割合が大きい。地区によって差が大きいことが予想されるものの、我が国では自宅に常に在宅している家族がいる割合が比較的高いと考えられる。このことから、フランスのように、学校にいる子供について、一般住民の防護対策が必要となる以前に学校から「帰宅させてしまう」ことは、我が国でも手段の一案であろうと考えられる。

また、第 4.2.6 項で述べた今回のアンケート調査で、「子供の避難先が事前周知されていれば、」このような子供を迎えに行く車両の防止にかなり有効であることが示唆されたことは重要である。学校ごとに避難先施設を平常時に選定しておき、住民に周知しておくことが必要であり、非常に効果的であると考えられるが、それには第 5.3 節に述べたように EPZ の外側の施設を避難先施設として選定しておく必要がある。避難に関わる具体的な情報を住民に事前周知できるような体制、方法を整備していくことが望まれる。

5.6 近隣事業所従業員の避難

第 4.1.1 項の(2)で述べたように、今回の訓練に参加した原子力機構の各研究所等の「避難開始」を伝える所内通報は非常によく確認できたと訓練参加者のほとんどが回答し、通報の受報から車両を発進させるまでの時間は、原科研と核サ研のほとんどの参加者は 5 分以内であった。本部参加者についても、本部建屋から箕輪駐車場までの徒歩移動の時間を含めても、全員 15 分あまりであったことから、特に対応の遅れはなかったものと考えられる。

しかし、特に原科研と核サ研の両研究所において、研究所の正門通過までに要した時間はほとんどの車両が 15 分以内であり、最大でも 20 分ほどであった。これは約 90 台の車両における実績である。したがって、両研究所の全職員を対象とした避難では、かなりの時間を要することが予想され、正門以外の門の利用、研究所内の段階的な避難の開始、正門前の交差点における臨時の優先的な通行など、県警察を含めた対策の検討が必要である。今回の「自家用車避難訓練」は原子力機構の各研究所等が避難対象として実施されたものであるが、同様な課題は、逆に日本原子力発電(株)東海第二発電所が避難対象となった場合や、他の比較的規模の大きい事業所でも潜在

*一般住民の避難は、緊急時活動レベル (EAL) が全面緊急事態 (General Emergency) で実施されるが、学校にいる子供や病院の入院患者等については、その前のサイト緊急事態 (Site Area Emergency) の段階で行われる。¹⁾

的にあるものと考えられる。この近隣事業所の従業員の「自家用車避難」の課題は、事業者だけで解決するのは困難である。原子力施設近隣の大きな事業所の従業員の避難については、県警察を含め県や市町村が事業者に協力して解決を図る必要がある。

6. 結 論

平成 20 年度の茨城県原子力総合防災訓練において、原子力災害時における住民避難を住民自身の自家用車で実施することを想定した「自家用車避難訓練」が実質的に我が国で初めて実施された。

本評価は、この「自家用車避難訓練」における避難車両の動態データを、訓練参加者に対するアンケート調査、GPS データ、及び茨城県警察のヘリコプターからの空中撮影を基に分析したものである。また、「自家用車による住民避難」に関する意識調査を訓練参加者にアンケートにより実施し、その結果をまとめた。

今回の「自家用車避難訓練」では、(独)日本原子力研究開発機構が協力し、東海村の原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所及び本部から 195 台の車両が避難車両として動員された。取得したデータの分析から以下の知見を得た。

- ① 10:30 の所内通報による避難開始指示に対し、10:45 から 11:35 の間ですべての車両が避難所である笠松運動公園に到着した。
- ② 避難経路の走行については、公道に出た時間が遅いほど、避難所到着までに時間を要しており、それが避難経路方向の停止時間が長く他に比べて設定されている「押延十字路」交差点及び「舟石川小学校入口」交差点で発生した渋滞の影響であった。
- ③ 迅速な避難を実施するためには、避難経路への流入規制とともに避難車両の交通流を優先するような交通規制を行うことが重要である。したがって、「自家用車による住民避難」を計画する場合、その交通規制の実効性の向上が重要な課題である。

また、訓練参加者に対する意識調査アンケートから、以下の知見を得た。

- ① 住民避難の手段として、「自家用車での避難」では渋滞の防止が、また地方公共団体の用意する「バスによる避難」は迅速なバスの手配と迅速な避難開始が最重要課題である。どちらの手段を主とするかは、どちらの課題に対してより現実的で効果的な対策が実施できるかという地域的な条件や事情に応じて決定すべきである。
- ② アンケート回答者の大多数が、避難先施設及び避難経路を「事前に」把握して「安心」したいと考えており、「事前に」把握していなければ実際の原子力緊急事態に「大きな混乱」が発生すると危惧していることがわかった。避難先施設及び避難経路を平常時に選定し、事前に住民に周知しておくためには、避難先施設の選定条件として EPZ の外側であることが必要である。
- ③ アンケートの結果でも、避難車両の一部が渋滞を避けるために迂回行動を取る可能性が示された。渋滞時に抜け道等ルートを求めて迷走する迂回車両は、防護対策活動区域内で大きな混乱を発生させる可能性があり、「自家用車による住民避難」を計画する上では、その影響を考慮すると同時に、その防止対策の検討が今後の重要課題である。
- ④ アンケートに回答した大部分の世帯が、セカンドカーなど、自宅に残っている家族の避難手段があると回答した。しかし、自宅に残っている家族の乗車率は市町村によって大きく異なるので、「自家用車による住民避難」の計画策定に必要な避難時の交通需要を評価するためには、各地域の住民の乗車の仕方をある程度詳細に調査する必要がある。

- ⑤ アンケート回答者に関する限り、避難する必要があるにもかかわらず自主的な避難を実施すると考えられる割合は10%程度であり、米国の調査例に比べ非常に低かった。しかし、この結果は今回の回答者が原子力の専門家であることから、さらに一般住民について意識調査を実施し、再評価する必要がある。自主的避難の対策として、特に“避難の必要ない”地域に対する「リスクが低いこと」の情報提供（緊急時広報）が重要であり、同時に避難経路の交通流を確保できるように、非常に早い段階から交通規制を実施するなど、交通規制の方法を検討することが必要である。
- ⑥ 学校にいる子供を迎えに行く車両の発生は、防護対策活動区域内で大きな混乱を発生させる可能性があり、フランスのように、一般住民の防護対策が必要となる以前に学校から子供を「帰宅させてしまう」ことは、我が国においても非常に有効であると考えられる。また、「子供の避難先が事前周知されていれば、子供の避難を任せる」という意見が過半数であったことから、平常時から学校ごとに EPZ の外側の施設を避難先施設として選定し、住民に周知しておくことが必要である。

謝 辞

この平成 20 年度茨城県原子力総合防災訓練における「自家用車避難訓練」の評価を実施するに当たっては、本訓練を実施されました茨城県生活環境部原子力安全対策課殿より、動態データ取得の許可とともに大きな御配慮、御協力をいただきましたことに深く感謝いたします。また、茨城県警察本部警備部警備課殿には、本評価のために、県警察本部の持っておられる空中撮影等の情報を御提供していただくとともに、県警察で本訓練に参加された方々の観察情報を取りまとめていただきました。この御協力により、この評価がよりいっそう充実したものとなったことをここに記し、感謝いたします。

また、今回の「自家用車避難訓練」に参加された日本原子力研究開発機構の原子力科学研究所、核燃料サイクル工学研究所及び本部の約 200 名の参加者の方々、特に参加職員との調整をしていただいた東海研究開発センター管理部総務課及び本部総務部総務課の担当者の方に、感謝いたします。参加者の方々の御協力なくして本評価は実施できませんでした。

避難車両の動態データ取得について、(株)アイ・トランスポート・ラボの堀口良太氏に御助言をいただきましたことに感謝いたします。また、日本原子力研究開発機構原子力緊急時支援・研修センターの渡辺文隆技術主幹及び(株)NESI の川又宏之氏には GPS 機能付き PDA の準備とデータ取得にご尽力いただきましたことを感謝いたします。

引用・参考文献

- [1] 山本一也：“原子力緊急時の住民避難計画の策定に関する調査”， JAEA-Review 2007-035 (2007)
- [2] 茨城県：“いばらきの原子力安全行政／原子力防災研修・訓練” (online)
<<http://www.pref.ibaraki.jp/bukyoku/seikan/gentai/nuclear/bosai/02.html>>
- [3] 茨城県：“国民保護訓練（原子力災害対処訓練）の記録 平成18年度， ” 茨城県(2007)
- [4] 渡辺文隆，安 貞憲，佐治木 健二郎，五十嵐 幸，竹内 義人：“緊急時の組織間連携の円滑化をねらいとした緊急時情報共有システム，” 地域安全学会梗概集 No.12, p.91 (2002)
- [5] 山本一也：“原子力緊急時の住民避難計画の策定に関する調査（Ⅱ）－フランスの即時対応と避難，及び避難時間評価に関する各種モデルの実例調査－”， JAEA-Review 2008-027 (2008)
- [6] 原子力安全委員会：原子力施設等の防災対策について，2007年5月
- [7] U.S. Nuclear Regulatory Commission: Criteria for Preparation and Evaluation of Radiological Emergency Response Plans and Preparedness in Support of Nuclear Plants; Criteria for Protective Action Recommendations for Severe Accidents, NUREG-0654/FEMA-REP-1, Rev. 1 (1980).
- [8] U.S. Nuclear Regulatory Commission: Review of NUREG-0654, Supplement 3, “Criteria for Protective Action Recommendations for Severe Accidents,” NUREG/CR-6953 Vol. 1, (2007)
- [9] U.S. Nuclear Regulatory Commission: Development of Evacuation Time Estimate Studies for Nuclear Power Plants, NUREG/CR-6863 (2005).
- [10] 梅本通孝：“災害初期の事前避難における住民の意思決定メカニズムに関する研究，” 筑波大学大学院博士論文 (2006)
- [11] 梅本通孝，石神努，小林健介：“JCO臨界事故時の住民の情報接触と対応行動，” 地域安全学会論文集 No.4, p.231 (2002)
- [12] R. B. Goldblatt: Evacuation Planning: A Key Part of Emergency Planning, 83rd Annual Meeting Transportation Research Board, Washington D.C., USA (2004)
- [13] U.S. Nuclear Regulatory Commission: Review of NUREG-0654, Supplement 3, “Criteria for Protective Action Recommendations for Severe Accidents - Focus Groups and Telephone Survey,” NUREG/CR-6953 Vol. 2, (2008)
- [14] Nuclear Energy Institute: Range of Protective Actions for Nuclear Power Plant Incidents, NEI guidance (2005) 本資料は下記[15]に全文が転載されている。
- [15] U.S. Nuclear Regulatory Commission: Endorsement of Nuclear Energy Institute (NEI) Guidance –Range of Protective Actions for Nuclear Power Plant Incidents, RIS 2005-08, USNRC, Washington, DC (2005).

付録A 「自家用車避難訓練」アンケート

質問1

- ① 「出発地」はどこですか。該当する出発地を○で囲んでください。

原子力科学研究所

核燃料サイクル工学研究所

本部箕輪駐車場

その他（ ）

- ② 避難の所内通報を受けた時刻は何時ですか。

: ,

- ③ 避難を伝える所内通報はすぐに分かりましたか？

すぐに分からなかった場合はその理由も併せて御記入ください。

ア はい

イ いいえ

〔理由： 〕

- ④ 自家用車で（駐車場等を）出発した時刻は何時ですか。

: ,

- ⑤ 自家用車で事業所の正門等を出た時刻は何時ですか。

*（本部の方で）箕輪駐車場から出発された方は記入不要です。

: ,

- ⑥ 笠松運動公園への到着時刻は何時ですか。

: ,

質問2 あなたの御自宅はどこですか。恐縮ですが、行政区名まで御記入ください。

[御自宅]

- ア 東海村
- イ 那珂市
- ウ ひたちなか市
- エ 日立市
- オ その他 ()

[行政区名]

()

質問3 原子力災害が発生し避難しなければならない場合、今回のような自家用車による避難と、従来のように一時集合場所に集まった上で行政が用意したバスによる避難とでは、どちらがよいと思いますか。また、よろしければその理由もお聞かせください。

- ア 自家用車による避難
- イ バスによる避難

[理由:]

質問4 原子力災害時の避難を考えた場合、御自身が避難する避難先施設や避難経路は、あらかじめ（普段から）知らされていたほうがよいと思いますか。また、よろしければその理由もお答えください。

- ア はい
- イ いいえ

[理由:]

質問5 あなたが出勤している場合、御自宅に残っているあなたの御家族の避難手段について、おたずねします。

(1) 自宅に残っている家族がいらっしゃいますか。

- ア はい ⇒ 次の(2)以降についてもお答えください。
- イ いいえ ⇒ 質問6以降にお答えください。

(2) 自宅に残っている家族の避難手段はありますか。

ア あなたが帰宅しなくても別の自家用車で避難できる。

イ あなたが帰宅しないと手段がない。⇒質問6以降にお答えください。

ウ 別の自家用車はないが、あなたが帰宅しなくても別な手段（バイクあるいは自転車等）がある。⇒質問6以降にお答えください。

エ その他〔 〕

(3) 自宅に残っている家族は避難の開始についてどうお考えでしょうか。

ア あなたや他の家族の帰宅を待ってから避難所へ向かう。

イ 外に出ている家族の帰宅を待たずにすぐに避難所へ向かう（あなたを含め、外に出ている家族は職場／学校から直接避難所へ向かう）。

ウ 分からない。

(4) 自宅に残っている家族が自家用車で避難する場合、何人乗車しますか。

ア 1人

イ 2人

ウ 3人

エ 4人

オ 5人以上

質問6 原子力災害が発生した場合に、風向きはあなたの家と逆方向で、あなたの住んでいる地区は屋内退避（自宅等にいて、外には出ないように）という指示があった場合、あなたや御家族はどう行動しますか。

ア 指示通り家の中にいる。

イ 自主的にどこかに避難する。

質問7 東海村内の幼稚園、小・中学校、高等学校に通っているお子さんがいらっしゃいますか。

ア はい ⇒ 質問8にお答えください。

イ いいえ ⇒ これで終了です。ありがとうございました。

質問8 あなたのお子さんが学校にいる間に避難指示があった場合、あなただったらどうお考えですか。

- ア 自分で子供を学校に迎えに行って、一緒に避難する方がよい。
- イ 学校が直接避難先に子供を避難させる方がよい。
- ウ (学校毎に) 子供の避難先があらかじめ知らされているならば、学校が直接子供を避難させる方がよい。(自分が避難後、避難先で子供と会う。)
- エ その他〔 〕

以上

御協力，ありがとうございました。

回答総数
 186

質問 1 （避難車両の動態データ取得のための質問）
 省略

質問 2 あなたの御自宅はどこですか。
 [御自宅・行政区名]

ア 東海村	85
①白方	12
②村松	23
③照沼	15
④舟石川	7
⑤その他（含未記入）	28
イ 那珂市	9
①本米崎，額田，横堀，向山，堤	1
②その他（含未記入）	8
ウ ひたちなか市	44
①長砂，足崎，高野，佐和	6
②新光町，馬渡，東石川，高場，稲田	8
③その他（含未記入）	30
エ 日立市	12
①久慈町	3
②その他（含未記入）	9
オ その他（水戸市，常陸太田市，鉾田市等）	36

質問3 自家用車による避難と、バスによる避難とでは、どちらがよいと思いますか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア 自家用車避難	8	16	7	5	17	53
イ バスによる避難	2	5	4	2	9	22
両方（ケースによる，併用）	2	2	4	0	2	10

イ 那珂市

	①本米崎，額田，横堀，向山，堤	②その他	那珂市合計
ア 自家用車避難	1	6	7
イ バスによる避難	0	2	2
両方（ケースによる，併用）	0	0	0

ウ ひたちなか市

	①長砂，足崎，高野，佐和	②新光町，馬渡，東石川，高場，稲田	③その他	ひたちなか市合計
ア 自家用車避難	3	6	16	25
イ バスによる避難	2	1	12	15
両方（ケースによる，併用）	1	1	2	4

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア 自家用車避難	2	4	6
イ バスによる避難	0	5	5
両方（ケースによる，併用）	0	0	0

（未記入 1）

オ その他

ア 自家用車避難	20
イ バスによる避難	14
両方（ケースによる，併用）	2

質問 3 の総計	
ア 自家用車避難	111
イ バスによる避難	58
両方（ケースによる，併用）	16

〔自家用車避難の選択理由（複数回答含む）〕

- ・ 自家用車の方が避難が速い（「バスは用意に時間を要する」を含む）。：56 件
- ・ （多数家族の場合など）臨機に対応できる。：13 件
- ・ バス利用は現実的ではない（地方公共団体が用意するバスの信頼性を疑問視する意見を含む）。：9 件
- ・ 避難後の活動に制限がない（避難後の生活の便以外に，避難所施設以外への避難利用等の意見を含む）。：6 件
- ・ 一時集合場所への移動が問題（遠すぎる，自家用車で行くのと同じ，等）。：4 件
- ・ 避難後，車両の中に個人スペースができる。
- ・ ペットを連れて行ける。

○自家用車避難を選択するが，避難者同士の「乗り合い」を検討すべきとの意見：2 件

[バス避難の選択理由(複数回答含む)]

- ・交通渋滞が発生し、避難が遅くなる。：37件
- ・家用車避難では混乱が生じる。：9件
- ・情報共有ができる(多数と一緒にいることによって安心できるとする意見を含む)。：4件
- ・(避難所には)避難車両をすべて駐車できるスペースがない。

質問 4 御自身が避難する避難先施設や避難経路は、あらかじめ(普段から)知らされていたほうがよいと思いますか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア はい	12	21	14	6	28	81
イ いいえ	0	2	1	1	0	4

イ 那珂市

	①本米崎, 額田, 横堀, 向山, 堤	②その他	那珂市合計
ア はい	1	7	8
イ いいえ	0	1	1

ウ ひたちなか市

	①長砂, 足崎, 高野, 佐和	②新光町, 馬渡, 東石川, 高場, 稲田	③その他	ひたちなか市合計
ア はい	4	8	29	41
イ いいえ	2	0	1	3

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア はい	3	9	12
イ いいえ	0	0	0

オ その他

ア はい	35
イ いいえ	1

質問 4 の総計	
ア はい	177
イ いいえ	9

[「はい」の選択理由(複数回答含む)]

- ・実際の緊急時に混乱しないですむ(地方公共団体の避難先広報の有効性を疑問視する意見を含む)。 : 43 件
- ・事前に知っていると安心(場所の事前確認ができる, 心の準備ができる, 等の意見を含む)。 : 39 件
- ・すぐに対応できる。 : 20 件
- ・家族との連絡が容易である。 : 14 件
- ・事故の発生を防止できる。 : 4 件
- ・通信や交通機関が不能になった場合でも各自で行くことができる。 : 3 件

[「いいえ」の選択理由(複数回答含む)]

- ・状況に合わせた方がよい(多様な通信手段によって地方公共団体からの避難先広報を得ることができるとする意見を含む) : 3 件
- ・避難先施設は事前周知すべきだが, 避難ルートは指定するべきではない : 3 件
(渋滞時に抜け道等ルートを自由選択したい, 同一の避難ルートではかえって渋滞するという意見を含む)
- ・事前の避難ルートが不通となっていることもある。

質問5 御自宅に残っているあなたの御家族の避難手段について、おたずねします。

(1) 自宅に残っている家族がいっぱしゃいますか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア はい	6	10	6	4	12	38
イ いいえ	6	13	9	3	16	47

イ 那珂市

	①本米崎，額田， 横堀，向山，堤	②その他	那珂市合計
ア はい	0	6	6
イ いいえ	1	2	3

ウ ひたちなか市

	①長砂，足崎，高 野，佐和	②新光町，馬渡， 東石川，高場， 稲田	③その他	ひたちなか市 合計
ア はい	5	7	20	32
イ いいえ	1	1	8	10

未記入 2

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア はい	3	8	11
イ いいえ	0	1	1

オ その他

ア はい	29
イ いいえ	6

未記入 1

(1)の総計	
ア はい	116
イ いいえ	67

(2) 自宅に残っている家族の避難手段はありますか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア 別の自家用車で避難できる。	4	10	6	3	9	32
イ あなたが帰宅しないと手段がない。	2	0	0	0	3	5
ウ 自家用車以外の別な手段がある。	0	0	0	1	0	1
エ その他〔 〕	0	0	0	0	0	0

イ 那珂市

	①本米崎，額田，横堀，向山，堤	②その他	那珂市合計
ア 別の自家用車で避難できる。	0	5	5
イ あなたが帰宅しないと手段がない。	0	1	1
ウ 自家用車以外の別な手段がある。	0	0	0
エ その他〔 〕	0	0	0

ウ ひたちなか市

	①長砂，足崎，高野，佐和	②新光町，馬渡，東石川，高場，稲田	③その他	ひたちなか市 合計
ア 別の自家用車で避難できる。	4	7	16	27
イ あなたが帰宅しないと手段がない。	1	0	4	5
ウ 自家用車以外の別な手段がある。	0	0	0	0
エ その他〔 〕	0	0	0	0

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア 別の自家用車で避難できる。	1	6	7
イ あなたが帰宅しないと手段がない。	2	2	4
ウ 自家用車以外の別な手段がある。	0	0	0
エ その他〔 〕	0	0	0

オ その他

ア 別の自家用車で避難できる。	24
イ あなたが帰宅しないと手段がない。	4
ウ 自家用車以外の別な手段がある。	1
エ その他〔 〕	0

(2)の総計	
ア 別の自家用車で避難できる。	95
イ あなたが帰宅しないと手段がない。	19
ウ 自家用車以外の別な手段がある。	2
エ その他〔 〕	0

(3) 自宅に残っている家族は避難の開始についてどうお考えでしょうか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア あなたや他の家族の帰宅を待ってから	1	3	1	1	2	8
イ 外に出ている家族を待たずに避難所へ向かう	3	6	3	1	7	20
ウ 分からない。	0	1	2	1	0	4

イ 那珂市

	①本米崎, 額田, 横堀, 向山, 堤	②その他	那珂市合計
ア あなたや他の家族の帰宅を待ってから	0	1	1
イ 外に出ている家族を待たずに避難所へ向かう	0	3	3
ウ 分からない。	0	1	1

ウ ひたちなか市

	①長砂, 足崎, 高野, 佐和	②新光町, 馬渡, 東石川, 高場, 稲田	③その他	ひたちなか市合計
ア あなたや他の家族の帰宅を待ってから	1	1	4	6
イ 外に出ている家族を待たずに避難所へ向かう	1	4	8	13
ウ 分からない。	3	2	4	9

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア あなたや他の家族の帰宅を待ってから	0	0	0
イ 外に出ている家族を待たずに避難所へ向かう	1	3	4
ウ 分からない。	0	3	3

オ その他

ア あなたや他の家族の帰宅を待ってから	5
イ 外に出ている家族を待たずに避難所へ向かう	11
ウ 分からない。	8

(3)の総計	
ア あなたや他の家族の帰宅を待ってから	20
イ 外に出ている家族を待たずに避難所へ向かう	51
ウ 分からない。	25

(4) 自宅に残っている家族が自家用車で避難する場合、何人乗車しますか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア 1人	1	4	1	1	2	9
イ 2人	2	2	3	2	2	11
ウ 3人	0	4	2	3	4	13
エ 4人	1	0	0	0	1	2
オ 5人以上	0	0	0	0	0	0

イ 那珂市

	①本米崎，額田， 横堀，向山，堤	②その他	那珂市合計
ア 1人	0	1	1
イ 2人	0	2	2
ウ 3人	0	1	1
エ 4人	0	1	1
オ 5人以上	0	0	0

ウ ひたちなか市

	①長砂，足崎，高 野，佐和	②新光町，馬渡， 東石川，高場， 稲田	③その他	ひたちなか市 合計
ア 1人	0	0	2	2
イ 2人	2	3	1	6
ウ 3人	2	4	7	13
エ 4人	0	0	4	4
オ 5人以上	0	0	2	2

未記入 1

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア 1人	1	2	3
イ 2人	0	2	2
ウ 3人	0	1	1
エ 4人	0	1	1
オ 5人以上	0	0	0

オ その他

ア 1人	1
イ 2人	12
ウ 3人	7
エ 4人	3
オ 5人以上	1

(4)の総計

ア 1人	16
イ 2人	33
ウ 3人	35
エ 4人	11
オ 5人以上	3

質問 6 原子力災害が発生した場合に、風向きはあなたの家と逆方向で、あなたの住んでいる地区は屋内退避（自宅等において、外には出ないように）という指示があった場合、あなたや御家族はどう行動しますか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア 指示通り屋内退避	10	19	12	7	24	72
イ 自主的避難	2	4	2	0	4	12

未記入 1

イ 那珂市

	①本米崎、額田、横堀、向山、堤	②その他	那珂市合計
ア 指示通り屋内退避	1	8	9
イ 自主的避難	0	0	0

ウ ひたちなか市

	①長砂、足崎、高野、佐和	②新光町、馬渡、東石川、高場、稲田	③その他	ひたちなか市合計
ア 指示通り屋内退避	5	7	27	39
イ 自主的避難	1	1	1	3

未記入 2

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア 指示通り屋内退避	3	8	11
イ 自主的避難	0	1	1

オ その他

ア 指示通り屋内退避	32
イ 自主的避難	3

未記入 1

質問 6 の総計	
ア 指示通り屋内退避	163
イ 自主的避難	19

質問 7 東海村内の幼稚園、小・中学校、高等学校に通っているお子さんがいらっしゃいますか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア はい	2	5	2	3	5	17
イ いいえ	10	18	12	4	23	67

未記入 1

イ 那珂市

	①本米崎、額田、横堀、向山、堤	②その他	那珂市合計
ア はい	0	2	2
イ いいえ	1	6	7

ウ ひたちなか市

	①長砂，足崎，高野，佐和	②新光町，馬渡，東石川，高場，稲田	③その他	ひたちなか市 合計
ア はい	0	0	2	2
イ いいえ	6	8	27	41

未記入 1

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア はい	0	0	0
イ いいえ	3	9	12

オ その他

ア はい	0
イ いいえ	36

質問 7 の総計

ア はい	21
イ いいえ	163

質問 8 あなたのお子さんが学校にいる間に避難指示があった場合、あなたはどうお考えですか。

ア 東海村

	①白方	②村松	③照沼	④舟石川	⑤その他	東海村合計
ア 学校に迎えに行く方がよい。	0	0	0	1	2	3
イ 学校が避難させる方がよい。	1	2	1	0	0	4
ウ 避難先の事前周知があれば、学校が避難させる方がよい	1	3	1	2	3	10
エ その他〔 〕	0	0	0	0	0	0

イ 那珂市

	①本米崎，額田， 横堀，向山，堤	②その他	那珂市合計
ア 学校に迎えに行く方がよい。	0	1	1
イ 学校が避難させる方がよい。	0	0	0
ウ 避難先の事前周知があれば，学校が避難させる方がよい	0	1	1
エ その他〔 〕	0	0	0

ウ ひたちなか市

	①長砂，足崎， 高野，佐和	②新光町，馬渡， 石川，高場，稲田	③その他	ひたちなか市 合計
ア 学校に迎えに行く方がよい。	0	0	1	1
イ 学校が避難させる方がよい。	0	0	0	0
ウ 避難先の事前周知があれば，学校が避難させる方がよい	0	0	1	1
エ その他〔 〕	0	0	0	0

エ 日立市

	①久慈町	②その他	日立市合計
ア 学校に迎えに行く方がよい。	0	0	0
イ 学校が避難させる方がよい。	0	0	0
ウ 避難先の事前周知があれば、学校が避難させる方がよい	0	0	0
エ その他〔 〕	0	0	0

オ その他

ア 学校に迎えに行く方がよい。	0
イ 学校が避難させる方がよい。	0
ウ 避難先の事前周知があれば、学校が避難させる方がよい	0
エ その他〔 〕	0

質問 8 の総計	
ア 学校に迎えに行く方がよい。	5
イ 学校が避難させる方がよい。	4
ウ 避難先の事前周知があれば、学校が避難させる方がよい	12
エ その他〔 〕	0

国際単位系（SI）

表 1. SI 基本単位			
基本量	SI 基本単位		
	名称	記号	
長さ	メートル	m	
質量	キログラム	kg	
時間	秒	s	
電流	アンペア	A	
熱力学温度	ケルビン	K	
物質量	モル	mol	
光度	カンデラ	cd	

表 2. 基本単位を用いて表されるSI組立単位の例			
組立量	SI 基本単位		
	名称	記号	
面積	平方メートル	m ²	
体積	立法メートル	m ³	
速さ，速度	メートル毎秒	m/s	
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s ²	
波数	毎メートル	m ⁻¹	
密度，質量密度	キログラム毎立方メートル	kg/m ³	
面積密度	キログラム毎平方メートル	kg/m ²	
比体積	立方メートル毎キログラム	m ³ /kg	
電流密度	アンペア毎平方メートル	A/m ²	
磁界の強さ	アンペア毎メートル	A/m	
量濃度 ^(a) ，濃度	モル毎立方メートル	mol/m ³	
質量濃度	キログラム毎立法メートル	kg/m ³	
輝度	カンデラ毎平方メートル	cd/m ²	
屈折率 ^(b)	(数字の) 1	1	
比透磁率 ^(b)	(数字の) 1	1	

- (a) 量濃度（amount concentration）は臨床化学の分野では物質濃度（substance concentration）ともよばれる。
- (b) これらは無次元量あるいは次元 1 をもつ量であるが、そのことを表す単位記号である数字の 1 は通常は表記しない。

表 5. SI 接頭語					
乗数	接頭語	記号	乗数	接頭語	記号
10 ²⁴	ヨタ	Y	10 ⁻¹	デシ	d
10 ²¹	ゼタ	Z	10 ⁻²	センチ	c
10 ¹⁸	エクサ	E	10 ⁻³	ミリ	m
10 ¹⁵	ペタ	P	10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ¹²	テラ	T	10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁹	ギガ	G	10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁶	メガ	M	10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ³	キロ	k	10 ⁻¹⁸	アト	a
10 ²	ヘクト	h	10 ⁻²¹	ゼプト	z
10 ¹	デカ	da	10 ⁻²⁴	ヨクト	y

表 6. SIに属さないが、SIと併用される単位		
名称	記号	SI 単位による値
分	min	1 min=60s
時	h	1h =60 min=3600 s
日	d	1 d=24 h=86 400 s
度	°	1°=(π/180) rad
分	′	1′=(1/60)°=(π/10800) rad
秒	″	1″=(1/60)′=(π/648000) rad
ヘクタール	ha	1ha=1hm ² =10 ⁴ m ²
リットル	L, l	1L=1l=1dm ³ =10 ³ cm ³ =10 ⁻³ m ³
トン	t	1t=10 ³ kg

表 7. SIに属さないが、SIと併用される単位で、SI単位で表される数値が実験的に得られるもの		
名称	記号	SI 単位で表される数値
電子ボルト	eV	1eV=1.602 176 53(14)×10 ⁻¹⁹ J
ダルトン	Da	1Da=1.660 538 86(28)×10 ⁻²⁷ kg
統一原子質量単位	u	1u=1 Da
天文単位	ua	1ua=1.495 978 706 91(6)×10 ¹¹ m

表 8. SIに属さないが、SIと併用されるその他の単位		
名称	記号	SI 単位で表される数値
バール	bar	1 bar=0.1MPa=100kPa=10 ⁵ Pa
水銀柱ミリメートル	mmHg	1mmHg=133.322Pa
オングストローム	Å	1 Å=0.1nm=100pm=10 ⁻¹⁰ m
海里	M	1 M=1852m
バイン	b	1 b=100fm ² =(10 ⁻¹² cm)2=10 ⁻²⁸ m ²
ノット	kn	1 kn=(1852/3600)m/s
ネーパ	Np	SI単位との数値的な関係は、 対数量の定義に依存。
ベール	B	
デジベル	dB	

表 9. 固有の名称をもつCGS組立単位		
名称	記号	SI 単位で表される数値
エール	erg	1 erg=10 ⁻⁷ J
ダイン	dyn	1 dyn=10 ⁻⁵ N
ポアズ	P	1 P=1 dyn s cm ⁻² =0.1Pa s
ストークス	St	1 St=1cm ² s ⁻¹ =10 ⁻⁴ m ² s ⁻¹
スチルブ	sb	1 sb=1cd cm ⁻² =10 ⁴ cd m ⁻²
フォトリ	ph	1 ph=1cd sr cm ⁻² 10 ⁴ lx
ガッル	Gal	1 Gal=1cm s ⁻² =10 ⁻² ms ⁻²
マクスウェル	Mx	1 Mx = 1G cm ² =10 ⁻⁸ Wb
ガウス	G	1 G =1Mx cm ⁻² =10 ⁻⁴ T
エルステッド ^(c)	Oe	1 Oe ≐ (10 ³ /4π)A m ⁻¹

- (c) 3 元系のCGS単位系とSIでは直接比較できないため、等号「**≐**」は対応関係を示すものである。

表 3. 固有の名称と記号で表されるSI組立単位					
組立量	SI 組立単位				
	名称	記号	他のSI単位による表し方	SI基本単位による表し方	
平面角	ラジアン ^(b)	rad	1 ^(b)	m/m	
立体角	ステラジアン ^(b)	sr ^(c)	1 ^(b)	m ² /m ²	
周波数	ヘルツ ^(d)	Hz		s ⁻¹	
力	ニュートン	N		m kg s ⁻²	
圧力，応力	パスカル	Pa	N/m ²	m ⁻¹ kg s ⁻²	
エネルギー，仕事，熱量	ジュール	J	N m	m ² kg s ⁻²	
仕事率，工率，放射束	ワット	W	J/s	m ² kg s ⁻³	
電荷，電気量	クーロン	C		s A	
電位差（電圧），起電力	ボルト	V	W/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻¹	
静電容量	ファラド	F	C/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ⁴ A ²	
電気抵抗	オーム	Ω	V/A	m ² kg s ⁻³ A ⁻²	
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V	m ⁻² kg ⁻¹ s ³ A ²	
磁束	ウェーバ	Wb	Vs	m ² kg s ⁻² A ⁻¹	
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²	kg s ⁻² A ⁻¹	
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A	m ² kg s ⁻² A ⁻²	
セルシウス温度	セルシウス度 ^(e)	°C		K	
光束度	ルーメン	lm	cd sr ^(c)	cd	
照度	ルクス	lx	lm/m ²	m ⁻² cd	
放射性核種の放射能 ^(f)	ベクレル ^(d)	Bq		s ⁻¹	
吸収線量，比エネルギー分与，カーマ	グレイ	Gy	J/kg	m ² s ⁻²	
線量当量，周辺線量当量，方向性線量当量，個人線量当量	シーベルト ^(g)	Sv	J/kg	m ² s ⁻²	
酸素活性	カタール	kat		s ⁻¹ mol	

- (a) SI接頭語は固有の名称と記号を持つ組立単位と組み合わせても使用できる。しかし接頭語を付した単位はもはやコヒーレントではない。
- (b) ラジアンとステラジアンは数字の 1 に対する単位の特別な名称で、量についての情報をつたえるために使われる。実際には、使用する時には記号rad及びsrが用いられるが、習慣として組立単位としての記号である数字の 1 は明示されない。
- (c) 測光学ではステラジアンという名称と記号srを単位の表し方の中に、そのまま維持している。
- (d) ヘルツは周期現象についてのみ、ベクレルは放射性核種の統計的過程についてのみ使用される。
- (e) セルシウス度はケルビンの特別な名称で、セルシウス温度を表すために使用される。セルシウス度とケルビンの単位の大きさは同一である。したがって、温度差や温度間隔を表す数値はどちらの単位で表しても同じである。
- (f) 放射性核種の放射能（activity referred to a radionuclide）は、しばしば誤った用語で"radioactivity"と記される。
- (g) 単位シーベルト（PV,2002,70,205）についてはCIPM勧告2（CI-2002）を参照。

表 4. 単位の中に固有の名称と記号を含むSI組立単位の例			
組立量	SI 組立単位		
	名称	記号	SI 基本単位による表し方
粘	パスカル秒	Pa s	m ⁻¹ kg s ⁻¹
力のモーメント	ニュートンメートル	N m	m ² kg s ⁻²
表面張力	ニュートン毎メートル	N/m	kg s ⁻²
角速度	ラジアン毎秒	rad/s	m m ⁻¹ s ⁻¹ =s ⁻¹
角加速度	ラジアン毎秒毎秒	rad/s ²	m m ⁻¹ s ⁻² =s ⁻²
熱流密度，放射照度	ワット毎平方メートル	W/m ²	kg s ⁻³
熱容量，エントロピー	ジュール毎ケルビン	J/K	m ² kg s ⁻² K ⁻¹
比熱容量，比エントロピー	ジュール毎キログラム毎ケルビン	J/(kg K)	m ² s ⁻² K ⁻¹
比エネルギー	ジュール毎キログラム	J/kg	m ² s ⁻²
熱伝導率	ワット毎メートル毎ケルビン	W/(m K)	m kg s ⁻³ K ⁻¹
体積エネルギー	ジュール毎立方メートル	J/m ³	m ⁻¹ kg s ⁻²
電界の強さ	ボルト毎メートル	V/m	m kg s ⁻³ A ⁻¹
電荷密度	クーロン毎立方メートル	C/m ³	m ⁻³ sA
表面電荷	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
電束密度，電気変位	クーロン毎平方メートル	C/m ²	m ⁻² sA
誘電率	ファラド毎メートル	F/m	m ⁻³ kg ⁻¹ s ⁴ A ²
透磁率	ヘンリー毎メートル	H/m	m kg s ⁻² A ⁻²
モルエネルギー	ジュール毎モル	J/mol	m ² kg s ⁻² mol ⁻¹
モルエントロピー，モル熱容量	ジュール毎モル毎ケルビン	J/(mol K)	m ² kg s ⁻² K ⁻¹ mol ⁻¹
照射線量（X線及びγ線）	クーロン毎キログラム	C/kg	kg ⁻¹ sA
吸収線量率	グレイ毎秒	Gy/s	m ² s ⁻³
放射強度	ワット毎ステラジアン	W/sr	m ⁴ m ⁻² kg s ⁻³ =m ² kg s ⁻³
放射輝度	ワット毎平方メートル毎ステラジアン	W/(m ² sr)	m ² m ⁻² kg s ⁻³ =kg s ⁻³
酵素活性濃度	カタール毎立方メートル	kat/m ³	m ⁻³ s ⁻¹ mol

