

2007年台風5号接近時における 高潮からの避難の意思決定

DECISION MAKING ON EVACUATION FROM THE STORM SURGE FLOOD
GENERATED BY THE TYPHOON No.0705 IN 2007

加藤史訓¹・諏訪義雄²・林 春男³
Fuminori KATO, Yoshio SUWA and Haruo HAYASHI

¹正会員 工修 国土交通省国土技術政策総合研究所海岸研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

²正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所海岸研究室 (〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地)

³正会員 Ph.D. 京都大学教授 防災研究所巨大災害研究センター (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄)

This paper builds and examines a model of decision making on evacuation from the storm surge flood generated by the typhoon No.0705 in August 2007. A questionnaire survey on actions etc. after the evacuation advice was conducted in Ube City and Sanyo-Onoda City, and the model was examined through a structural equation modeling. The results show that evacuation intention was related to anxiety for floods, resources for evacuation, and experiences of storm surge disasters and evacuation, and that social capital had close relation to interest in disaster prevention.

Key Words : *Evacuation, Storm Surges, Structural Equation Modeling, Social Capital*

1. はじめに

高潮被害の最小化には、堤防等のハード対策とともに、ハザードマップ等のソフト対策を進める必要がある。ソフト対策の一つとして避難促進により人の被害を防止するには、避難勧告発令時における個人の行動意識を高めるだけでなく、住民同士の声掛けや要援護者の支援など、地域での取り組みが必要である。これらは、住民間のつながりと防災活動への参加意欲がないと容易に実現しないものであり、ソーシャルキャピタル（社会関係資本）の蓄積が求められるものである。ソーシャルキャピタルは、

「信頼」、「規範」、「ネットワーク」といった社会組織の特徴であり、人々の協調行動を活発にすることによって社会の効率性を高めるものとされ、ボランティアなどの他分野においても注目されている。

高潮からの避難行動に関する数少ない調査事例¹⁾によれば、平成16年の台風16号での高潮では、香川県高松市民の多くは、高潮が起こるかもしれないと思い始めていたが、自分に被害が生じるという考えに繋がらず、対応行動が後手に回った。一方、ソーシャルキャピタルについては、内閣府による全国調査²⁾が行われ、防災との関わりについても指摘され

ている³⁾。しかし、ソーシャルキャピタルを考慮して、高潮からの避難行動を分析した事例はない。

本研究では、平成19年の台風5号を対象に、ソーシャルキャピタルを歴史的に形成されてきた地域防災力の礎と捉え、高潮による避難勧告発令時における避難意思決定要因を明らかにする。

2. 調査の概要

(1) 対象とした高潮の概要

平成19年8月2日18時頃に、台風5号は宮崎市日向市付近に上陸した後に周防灘を北上し、3日1時頃に山口県宇部市付近に再上陸した。このため、山口県の周防灘沿岸を対象に、2日15時28分に高潮警報が発表された。この後、宇部市は同日16時30分に、平成11年の台風18号による高潮被害を受けた地域（2,100世帯、5,200人）について避難勧告を発令し、広報車、防災メール（約1,300人が登録）、電話連絡などにより避難を呼びかけた。西隣の山陽小野田市も、同日17時30分に避難勧告を発令し（対象：1,053世帯、2,520人）、広報車、有線放送（旧山陽町）、コミュニティFMを通じて避難を呼びかけた。宇部では、19～24時に風速が10m/s程度となり、21

時まで10mm未満だった降水量は22～24時に15mm以上となり、23時27分に最高潮位T.P.+2.44mを記録した（既往最高潮位：T.P.+3.51m）。この台風により、宇部市で床下浸水8棟の被害があった。3日2時23分に高潮警報は高潮注意報に切り替えられ、同日5時39分に高潮注意報は解除された。これに伴い、両市の避難勧告は解除された。

この台風で避難した人と避難しなかった人を分ける要因が何か明らかにするため、宇部市と山陽小野田市の避難勧告対象地域（図-1）の住民を対象に、質問紙調査を実施した。

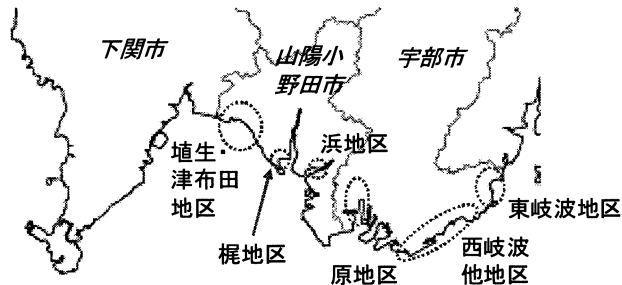


図-1 調査対象地域

(2) 両市における過去の高潮と対策

両市とも周防灘に面しており、昭和17年の周防灘台風の高潮により宇部市で297人、旧小野田市で141人が亡くなり、平成11年の台風18号の高潮では死者がなかったものの、宇部市で840棟、旧山陽町埴生地区で555棟の家屋被害があった。平成11年以降、設計潮位が見直され、海岸堤防・護岸の嵩上げが一部で行われている。

高潮に関する避難勧告は、両市とも、平成17年の台風14号や平成18年の台風13号でも発令されている。宇部市では、平成11年以降、自主防災組織の設立が進むとともに、過去の浸水区域や避難場所を示した「宇部市防災マップ」が作成されている。山陽小野田市では、想定浸水区域を示した「高潮避難地図」が順次整備され、対象地区の全戸に配布されている。

(3) 調査方法

質問紙調査では、同居人数、避難困難者および自動車運転者の有無、家屋形式と階数、風・雨の恐さ、浸水可能性および命の危険性の予想、警報・避難勧告の認知、避難の意思・準備・行動・呼びかけ合い、避難のきっかけや避難しない理由、災害および避難の経験、防災訓練への参加状況、ハザードマップ類（宇部市：宇部市防災マップ、山陽小野田市：高潮避難地図）、避難所、浸水想定区域の認知、既往災害および災害伝承の認知、永住意向、ソーシャルキャピタル（他人への信頼感、近所つき合い、地縁活動、個人の活動）などについて回答を得た。ソーシャルキャピタルについては、内閣府による調査³⁾と比較できるように、同様の質問を含めた。

住宅の位置や形態の点で標本が偏らないようにす

るため、避難勧告対象地区の各町丁目について、標高帯（5段階）、住宅形態（戸建て、集合住宅）の属性を組み合わせた単位で配布対象候補世帯数を配分し、その中で調査対象世帯を無作為に抽出した。

質問紙は、平成19年12月15～19日に、両市とも650戸に、手渡し（宇部市551戸、山陽小野田市527戸）と投函により配布した。また、回答された質問紙は、送料着払いの郵送で回収した。回収率は、宇部市で61%（398戸）、山陽小野田市で46%（298戸）である。

3. 調査結果

(1) 回答者の属性

宇部市と山陽小野田市の世帯人員の傾向は似通っており、それぞれ、1人が12.3%と13.8%、2人が40.5%と43.3%、3人が23.1%と17.4%などとなっている。また、歩いて避難することが難しい同居者がいる世帯の割合は、宇部市で19.4%、山陽小野田市で23.8%であった。住宅形態も同様であり、一戸建てが宇部市で95.2%、山陽小野田市で94.6%であり、建物の階数は平屋が宇部市で29.4%、山陽小野田市で21.1%、2階建てが宇部市で69.6%、山陽小野田市で75.5%などとなっていた。また、一日の中で最も長く過ごすのが1階との回答は、宇部市で89.4%、山陽小野田市で89.3%であった。

(2) 回答者の位置情報

回答者の位置情報を地理情報システムに入力し、回答者住居の標高、水際線（最も近い海岸線または河川）からの距離、避難所までの距離を測定した。その結果の概要は以下の通りである。

- ・回答者住居の標高は、2m未満が宇部市で22.1%、山陽小野田市で3.7%、2～3mが宇部市で14.6%、山陽小野田市で22.5%、3～4mが宇部市で23.9%、山陽小野田市で41.6%などであった。

- ・海岸線からの距離は宇部市の方が長く、100m未満が宇部市で14.8%、山陽小野田市で29.9%、100～200mが宇部市で7.5%、山陽小野田市で37.2%、200～300mが宇部市で11.3%、山陽小野田市で13.1%などとなっており、宇部市では1,000m以上が34.4%を占めている。また、水際からの距離については、宇部市において1,000m以上の割合は10.8%であった。

- ・指定された避難場所までの距離は宇部市の方が長く、400m未満が宇部市で32.9%、山陽小野田市で68.8%などとなっている。

(3) 回答の単純集計

a) 風雨の恐さ

普通の台風より恐いと回答した人の割合は、風については宇部市で12.8%、山陽小野田市で19.1%、

雨については宇部市で7.3%、山陽小野田市で15.5%に過ぎなかったが、山陽小野田市の方が風雨を恐く感じた人の割合が高かった。

b) 浸水可能性や命の危険性の予想

自宅が「必ず水に浸かるといった」または「たぶん水に浸かるといった」人は、宇部市で9.3%、山陽小野田市で14.1%であった。また、自宅がどの深さまで水に浸かるといったか聞いたところ、「水に浸かるといったと思うときはなかった」が宇部市で49.5%、山陽小野田市で49.0%と最も多く、次いで「自宅の周り」が宇部市で31.2%、山陽小野田市で26.8%と多く、床下以上の浸水については宇部市で17.3%、山陽小野田市で21.5%に留まった。さらに、命の危険性については、「避難しないと絶対助からないと思った」または「避難しないと助からないかと思った」人の割合は宇部市で1.6%、山陽小野田市で5.3%である。このように、台風接近時において、浸水の可能性や命の危険性を感じた人はごく少数であったが、山陽小野田市の方が危険側の予想をしていた。

c) 警報・避難勧告の認知

高潮警報については、知っていた人が宇部市で65.8%、山陽小野田市で71.1%であった。知っていた人に警報の認知手段を複数回答可として回答を得たところ、広報車・消防車が宇部市で57.6%、山陽小野田市で59.0%、テレビが宇部市で52.7%、山陽小野田市で60.8%、近所の人が宇部市で12.6%、山陽小野田市で16.5%、ラジオが宇部市で13.4%、山陽小野田市で9.4%などであり、山陽小野田市では有線放送が9.9%であった。

避難勧告については、知っていた人が宇部市で65.3%、山陽小野田市で66.1%であった。その認知手段（複数回答可）は、広報車・消防車が宇部市で64.2%、山陽小野田市で67.5%、テレビが宇部市で42.3%、山陽小野田市で47.2%、近所の人が宇部市で17.7%、山陽小野田市で21.8%、ラジオが宇部市で10.4%、山陽小野田市で9.6%などであり、山陽小野田市では有線放送が10.7%であった。警報とほぼ同様の傾向であるが、警報と比べて、テレビの割合が少なく、広報車・消防車、近所の人という地域の伝達手段の割合が若干多くなっている。

d) 避難の意思と準備

避難勧告認知の有無を問わず、台風接近時に避難しようと思ったかどうか質問したところ、「避難しなければいけないと思った」と「避難した方がいいと思った」を合わせた割合は、宇部市で12.6%、山陽小野田市で21.8%であった。

また、避難準備をしたかどうか質問したところ、「避難場所がどこか確認し、持ち出す荷物を整理した」が宇部市で14.8%、山陽小野田市で29.9%、「避難場所がどこか確認したが持ち出す荷物の整理はしなかった」が宇部市で21.4%、山陽小野田市で

21.8%、「避難の準備をしなかった」が宇部市で60.8%、山陽小野田市で46.0%であった。

e) 避難の有無・開始時間・交通手段

避難した人は宇部市で9.0%、山陽小野田市で18.8%であり、その割合は自宅が水に浸かるかもしれないと思った人の割合とほぼ一致している。

避難した人（宇部市36人、山陽小野田市56人）にその開始時間を問うたところ、午後5時頃が宇部市で30.6%、山陽小野田市で35.7%、午後6時頃が宇部市で25.0%、山陽小野田市で25.0%、午後7時頃が宇部市で22.2%、山陽小野田市で17.9%などとなっている。両市とも、避難勧告の発令から2時間以内に、避難した人の半数以上が避難している。

同様に避難の交通手段については、自動車が宇部市で83.3%、山陽小野田市で66.1%、徒歩が宇部市で8.3%、山陽小野田市で21.4%などとなっており、山陽小野田市の方が徒歩の割合が高い。

f) 避難のきっかけ・避難しない理由

避難した人に避難のきっかけを問うたところ、表-1のように、避難勧告や高潮警報の発令、風が強くなってきたこと、市役所・消防の呼びかけを挙げる人が多かった。一方、避難しなかった人にその理由を問うたところ、表-2のように、「高潮にはならないと思った」、「テレビで様子を見ていた」、「近所の人が誰も避難していなかった」、「風雨の中の避難は危険だと思った」の順に多かった。

表-1 避難のきっかけ（複数回答）

回答	宇部市 (%)	山陽小野 田市(%)
高潮警報の発表を知った	22.2	25.0
避難勧告の発令を知った	27.8	53.6
近所の人の避難の呼びかけ	5.6	10.7
市役所・消防の避難の呼びかけ	30.6	28.6
テレビ・ラジオの避難の呼びかけ	2.8	16.1
風が強くなってきた	27.8	35.7
雨が強く来た	11.1	21.4
外が暗くなって来た	0.0	3.6
その他	11.1	10.7
無回答	8.3	1.8

表-2 避難しなかった理由（複数回答）

回答	宇部市 (%)	山陽小野 田市(%)
高潮にはならないと思った	53.9	52.1
自力での避難が無理だった	3.1	2.1
近所の人が避難していなかった	29.4	28.2
避難する場所がわからなかった	3.1	1.3
テレビで様子を見ていた	42.5	37.0
車など避難する足がなかった	3.6	4.2
体が不自由な家族がいる	3.6	6.3
風雨の中の避難は危険だと思った	15.8	22.7
その他	13.9	17.6
無回答	2.8	2.1

g) 避難の呼びかけ合い

近所の人から避難を呼びかけられた人は宇部市で16.6%，山陽小野田市で24.2%であった。逆に，近所の人に避難を呼びかけた人は宇部市で12.8%，山陽小野田市で20.5%であった。山陽小野田市の方が避難の呼びかけ合いが行われていた。

h) 被災経験・避難経験

高潮の被災経験を質問したところ，「高潮の被害を受けたことはない」が宇部市で39.2%，山陽小野田市で30.9%，「平成11年の台風18号の高潮で被害を受けた」が宇部市で41.2%，山陽小野田市で58.1%，「昭和17年の周防灘台風の高潮で被害を受けた」が宇部市で15.3%，山陽小野田市で16.8%などであった。平成11年の台風18号による高潮被害の経験者が半数程度を占めている。また，高潮以外の被災経験を尋ねたところ，「高潮以外の被害を受けたことはない」が宇部市で53.3%，山陽小野田市で59.7%，「大雨で浸水被害を受けた」が宇部市で15.8%，山陽小野田市で6.4%などであった。

高潮からの避難の経験については，「高潮では避難したことがない」が宇部市で68.1%，山陽小野田市で47.3%と多いが，5.5%～24.2%の人が昭和17年の周防灘台風，平成11年の台風18号，平成17年の台風14号，平成18年の台風13号で避難している。

i) 防災への関心

防災訓練に参加したことがない人は宇部市で76.9%，山陽小野田市で71.8%を占めている。

宇部市において「宇部市防災マップ」を見たことがある人は56.5%，山陽小野田市において「高潮避難地図」を見たことがある人は61.4%であった。

避難場所については，「歩いて行ける距離にある」が宇部市で71.1%，山陽小野田市で73.8%，「歩いて行けない距離にある」が宇部市で13.1%，山陽小野田市で15.8%，「避難場所を知らない」が宇部市で11.8%，山陽小野田市で3.4%であった。

また，浸水想定区域内に自宅があることを認識している人が宇部市で53.5%，山陽小野田市で60.7%であるが，自宅が浸水想定区域内かどうかわからない人が宇部市で33.9%，山陽小野田市で23.5%いた。

過去の甚大な災害として，昭和17年の周防灘台風で大きな被害が出たことを知っているかどうか質問したところ，「よく知っている」と「聞いたことがある」を合わせた割合は，宇部市で80.9%，山陽小野田市で87.2%を占めた。

j) ソーシャルキャピタル

表-3のように，両市とも，他人を信頼できる人が多く，近所とのつきあい程度，永住意向，地縁活動への参加状況についても表-4～6のように高かった。また，内閣府の全国調査と比べると，いずれも全国平均より高い傾向が認められた。

表-3 他人への信頼感

回答	宇部市 (%)	山陽小野田市 (%)
ほとんどの人は信頼できる	19.8	21.1
信頼できる人が多い	37.7	36.6
どちらともいえない	31.2	27.2
信頼できない人が多い	4.5	8.1
ほとんどの人は信頼できない	3.0	1.7
無回答	3.8	5.4

表-4 近所とのつきあいの程度

回答	宇部市 (%)	山陽小野田市 (%)
互いに相談，日用品の貸借をする等生活面で協力	16.1	26.5
日常的に立話程度のつきあい	60.6	51.7
あいさつ程度の最小限のつきあい	20.4	17.4
つきあいは全くしていない	0.5	0.7
無回答	2.5	3.7

表-5 永住意向

回答	宇部市 (%)	山陽小野田市 (%)
永住したい	44.5	52.7
どちらかといえば永住したい	20.4	12.8
どちらともいえない	20.1	15.4
どちらかといえば永住したくない	7.0	7.0
永住したくない	5.5	7.4
無回答	2.5	4.7

表-6 地縁活動への参加状況

回答	宇部市 (%)	山陽小野田市 (%)
活動していない	29.6	29.2
年に数回程度	41.5	36.9
月に1日程度	9.8	9.1
月に2～3日程度	5.3	5.7
週に1日	1.8	2.3
週に2～3日程度	1.8	1.3
月に4日以上	1.3	2.0
無回答	9.0	13.4

4. 避難意思決定要因の分析

(1) 分析方法

避難のきっかけや避難しない理由を質問しているが，その回答には自分の行動を正当化するバイアスが含まれている可能性がある。そこで，避難行動に関わる要因間の関係について仮説を立て，質問紙調査の回答と地理情報システムで整理された回答者の位置情報を観測変数として，AMOSによる共分散構造分析⁴⁾で仮説を検証した。

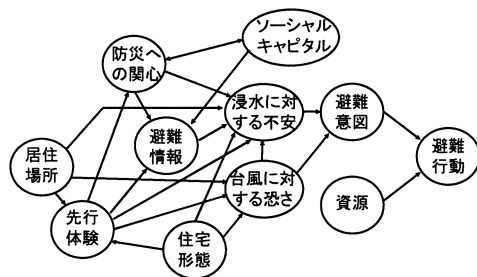


図-2 避難行動の仮説

検証に用いる仮説（図-2）は、先行研究⁹⁾を参考にして避難行動と避難意図を分け、避難意図に関わる各要因を潜在変数（楕円囲み）として設定し、各潜在変数について観測変数を設定した。たとえば、避難意図には浸水に対する不安と風雨の恐さが関係するものとし、浸水に対する不安には風雨の恐さ、避難情報、防災への関心、住宅形態、先行体験、居住場所が関係しているものとした。また、各潜在変数について観測変数（図-3～4の四角囲み）を設定した上で、因子分析の結果を参考に観測変数を絞り込むとともに、不適解となるパスを削除することで、最終的なパス図（図-3～4）を得た。

(2) 分析結果

図-3～4において、パス係数（矢印の添字）は要因間の相関を、決定係数（従属している潜在変数または観測変数の添字）は潜在変数の説明力を示している。図-3～4は標準化解であるため、パス係数の絶対値が1に近いほど要因間の相関が大きい。また、○囲みのdとeは、矢印で結ばれた潜在変数、観測変数の誤差変数である。GFIとAGFIが0.9を下回り、RMSEAが0.05を上回っていることから、モデルの適合度は高いとはいえないが、要素間の関係は推察できると考える。

パス係数に着目すると、両市とも、「台風に対する恐さ→浸水に対する不安→避難意図→避難の有無（避難行動）」というパスが明瞭に現れているが、避難情報の認知は浸水に対する不安や避難意図にほとんど関係していない。表-1とは異なり、高潮警報や避難勧告の認知が避難行動にあまり影響していない傾向を窺うことができる。また、ハザードマップや避難場所の認知、防災訓練への参加経験などの防災への関心は、両市とも、避難情報の認知に繋がっているが、避難意図には直接関係していない。

宇部市では、浸水に対する不安のほか、高潮の避難経験や避難に関わる資源が避難意図に比較的強く関係している。この結果から、避難訓練、要援護者対策、近隣への避難場所整備が、避難を促進する上で重要と考えられる。一方、山陽小野田市では、避難に関わる資源が避難意図と関係していないが、避難場所までの距離が比較的短いことによりその効果が現れにくかったためと推察される。

ソーシャルキャピタルは、防災への関心を高めることを通じて避難情報の認知を促しており、避難に繋がる防災活動の礎として機能している可能性が示唆された。また、ソーシャルキャピタルから防災への関心への矢印を逆にしても大きなパス係数が算出されたことから、この両者には双方向に密接な関係があるものと考えられる。

5. おわりに

以上のように、高潮警報や避難勧告の認知と浸水危険性の認識との間に乖離が生じていることが窺われ、この乖離を解消する、あるいはこの乖離を前提に避難意図に関わる要因を強化することが、避難行動を促進するものと考えられる。この乖離の解消策として、高潮警報や避難勧告の重大性の周知などが考えられる。一方、避難意図に関わる要因の強化策として、既往災害や予想される災害の映像化や避難訓練等による災害の疑似体験、要援護者支援や避難距離の短縮等による避難環境の整備が考えられる。また、ソーシャルキャピタルの蓄積により防災への関心を高めていくことも重要である。

謝辞：質問紙調査では、宇部市総務部防災課および山陽小野田市総務部総務課のご協力をいただいた。また、宇部市西岐波校区自主防災会の皆様には、地域での取り組みを教えていただいた。山口県土木建築部港湾課からは、地形データを提供していただいた。質問紙の設計では、新潟大学災害復興科学センターの田村圭子准教授にご助言をいただいた。質問紙の集計・分析では、(株)ケー・シー・エスの助力を得た。また、調査対象者の方々には多忙な年末に質問紙に回答していただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 高松工業高等専門学校建設環境工学科地域防災研究グループ：平成16年8月台風16号接近による高松での高潮災害に関する実態調査報告書，31p.，2005.
- 2) 内閣府国民生活局：平成14年度内閣府委託調査「ソーシャルキャピタル：豊かな人間関係と市民活動の好循環を求めて」，http://www.npo-homepage.go.jp/data/report9_1.html，2003.
- 3) 立木茂雄：ソーシャルキャピタルと地域づくり，都市政策，第127号，pp.4-19，2007.
- 4) たとえば，狩野 裕，三浦麻子：AMOS，EQS，CALISによるグラフィカル多変量解析（増補版），現代数学社，293p.，2007.
- 5) Fishbein, M. and Ajzen, I.: Belief, attitude, intention and behavior: An introduction to theory and research, <http://people.umass.edu/ajzen/f&a1975.html>，1975.

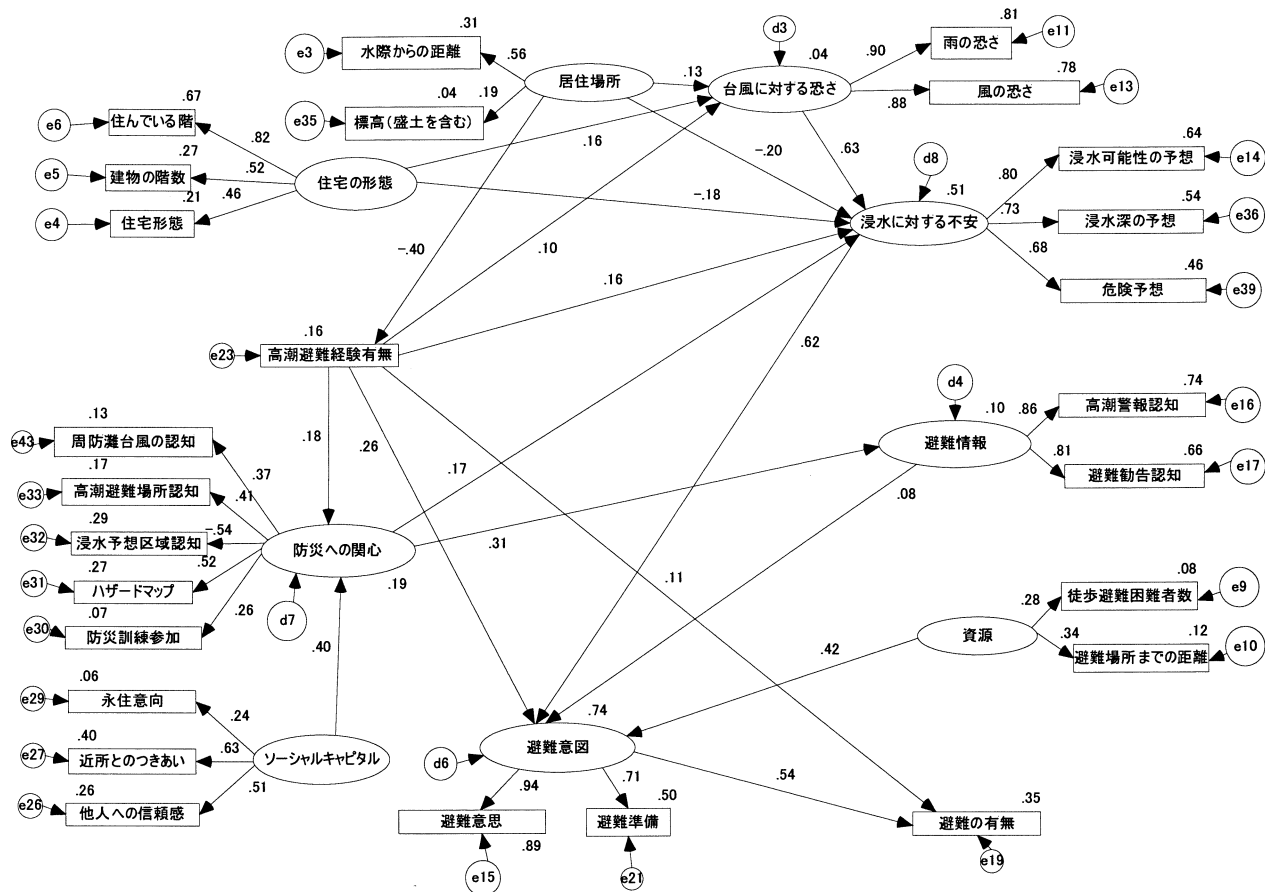


図-3 宇部市の最終モデル (標準解, $GF1=0.797$, $AGFI=0.756$, $RMSEA=0.059$)

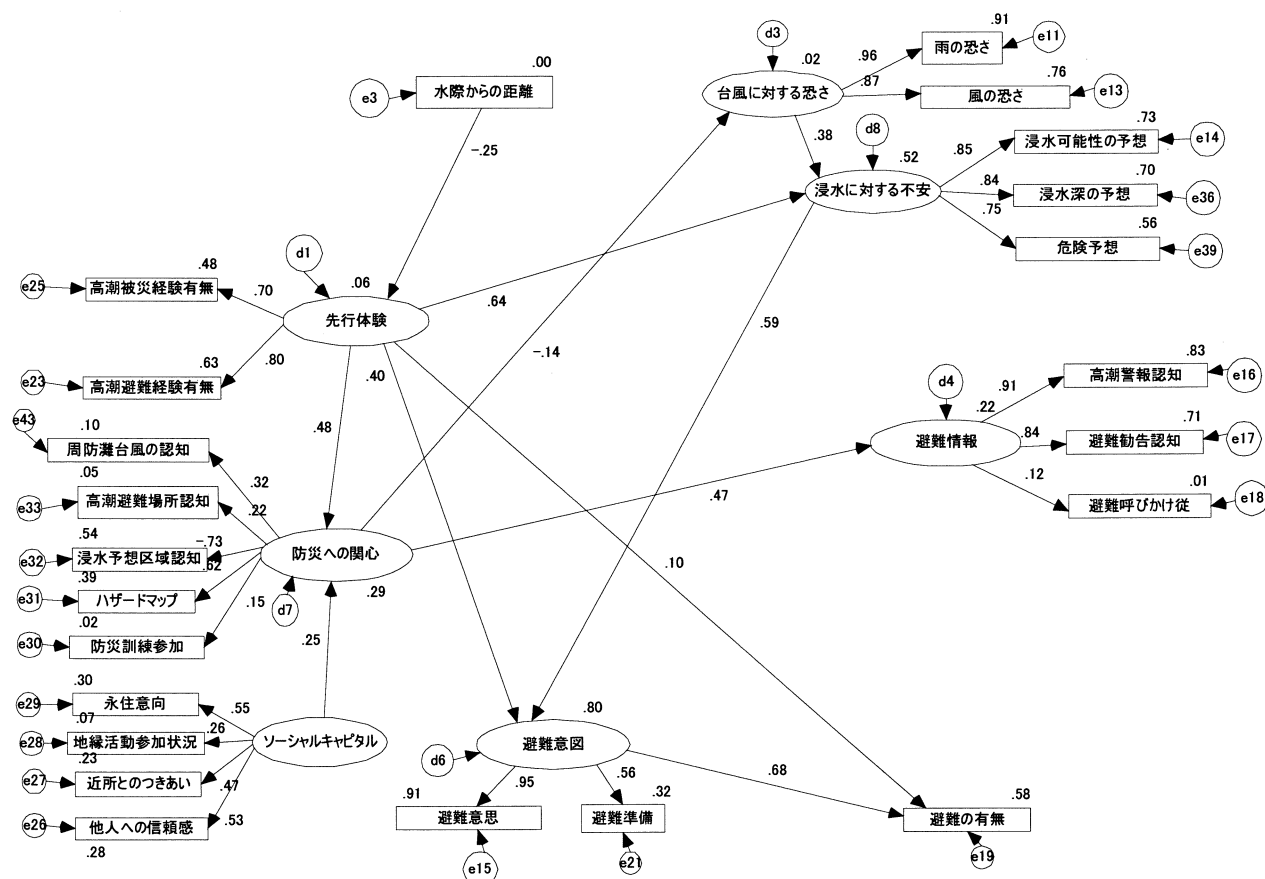


図-4 山陽小野田市の最終モデル (標準解, $GF1=0.797$, $AGFI=0.747$, $RMSEA=0.077$)