

水害被災家計の流動性被害に関する研究

平成20年2月13日
京都大学大学院工学研究科
都市社会工学専攻
関川 裕己

要 旨

本論文では、水害により物的資産の喪失・損壊の被害を受けた家計は、十分な復旧資金を調達できないという流動性制約に直面する可能性があることを指摘した。また、被災家計が流動性制約に直面した場合、物的資産の被害を完全には回復できず、復旧過程が遅延することにより流動性被害が生じることを指摘した。以上の考察を踏まえ、本論文では水害被災家計の流動性制約、および流動性被害の実態を実証分析を通じ明らかにした。その上で、現行の治水経済評価方法の高度化に資する、流動性被害の評価方法論を構築した。

目 次

1	序論	1
2	本論文の基本的な考え方	4
2.1	緒言	4
2.2	家計の復旧資金調達と流動性制約	4
2.3	家計の流動性制約による流動性被害	6
2.4	結言	7
3	流動性制約モデル	8
3.1	緒言	8
3.2	本研究の基本的考え方	8
3.2.1	既往研究の概要	8
3.2.2	流動性制約仮説	9
3.3	豊岡水害における被害実態	10
3.3.1	被災状況	13
3.3.2	復旧資金の調達状況	14
3.4	流動性制約モデルの定式化	18
3.5	モデルの推定方法	20
3.6	ケーススタディ	21
3.6.1	データセットの作成	21
3.6.2	推定結果	23
3.6.3	流動性制約に関する考察	25
3.7	結言	29
4	復旧過程モデル	32
4.1	緒言	32
4.2	本研究の基本的な考え方	32
4.3	復旧過程モデルの定式化	32
4.3.1	マルコフ推移確率	32
4.3.2	指数ハザードモデルの定式化	34
4.3.3	マルコフ推移確率の導出	35
4.4	復旧過程モデルの推定方法	36
4.4.1	マルコフ推移確率の推定方法	36
4.4.2	ハザードモデルの推定方法	37

4.4.3	マルコフ推移確率の平均化操作	38
4.5	ケーススタディ	38
4.5.1	データセットの作成	38
4.5.2	推定結果	39
4.5.3	復旧過程に関する考察	40
4.6	結言	41
5	流動性被害の評価	42
5.1	緒言	42
5.2	本研究の基本的考え方	42
5.3	流動性被害の計量	43
5.4	統計データに基づく流動性被害の近似的計量	44
5.4.1	流動性制約モデルの修正	45
5.4.2	流動性被害の定式化	48
5.4.3	入力データの整備	51
5.4.4	流動性被害額算出フロー	52
5.4.5	ケーススタディ	54
5.5	結言	56
6	結論	58

1 序論

我が国では昭和20年代、度重なる大型台風の襲来などにより、毎年のように大きな被害が発生した。昭和30年代に入っても1,000人以上の人命が失われる大災害が頻発し、昭和34年の伊勢湾台風では死者・行方不明者が5,000人を越し、人的被害、財産被害は未曾有の規模となった。近年においても平成12年の東海豪雨、平成15年の福岡豪雨等々、多大な人命、財産を失う災害が発生している。我が国における自然災害の特徴として、毎年のように水害による大規模な被害が生じていることが挙げられる。特に平成16年は、記録的な水害により全国各地で甚大な被害が発生した¹⁾。平成16年は、観測史上最多となる19個の台風が接近し（年平均10.8個）、そのうち10個が上陸し（年平均2.6個）、日降水量400mm以上の集中豪雨が観測史上最多の30回発生した。平成16年だけで自然災害による年間の死者・行方不明者数は306名にのぼった。相次ぐ大規模災害により改めて防災の重要性が認識されることとなった。

近年における水害の特徴として、河川氾濫区域内への資産の集中・増大に伴い、浸水面積当たりの一般資産被害額（水害密度）が増加する傾向にあることが挙げられる。この状況下において、国は関係制度や体制の整備、必要な事業実施等、総合的な水害・土砂災害対策の強化に乗り出している。1998年に、国が関与する社会資本整備事業について、その事業実施の妥当性、効率性を事業者自らが確認し、その結果を対象事業の効果が及ぶ地域の住民をはじめ国民に広く知らせることを目的として、社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針（案）²⁾が策定された。これは新規採択時等における事業評価において重要な要素を構成する費用対効果分析の信頼性、透明性を確保する観点から、費用対効果分析を実施するにあたり考慮すべき留意事項、共通化できる数値等についての統一的な取扱いを定めたものである。この運用指針に基づきそれぞれの社会資本整備事業において費用対効果分析を行うことが義務付けられた。これを契機として、1970年に策定された治水経済調査要綱³⁾が有する問題点を整理し、現在の社会経済情勢に適合した一般資産評価の見直し、家屋等一般資産被害率の見直しを行うとともに、事業実施のスケジュールを考慮した費用便益分析を行うことを基本とした治水経済調査マニュアル（案）⁴⁾（以下、マニュアルと呼ぶ）が2000年に策定された。

治水施設の整備による便益として、水害によって生じる人命被害と直接的または間接的な資産被害を軽減することによって生じる可処分所得の増加、水害が減少することによる土地の生産性向上、治水安全度の向上に伴う精神的な安心感等が挙げられる。治水施設は社会経済活動を支える重要な社会基盤である。しかし、治水施設整備による便益は、市場財としてその効果を計測することが困難であり、経済的に計測困難なものが多い。このため、マニュアルでは治水施設の整備による便益として、評価可能な被害軽減便益のみを算定することとしている。被害軽減便益の算出にあたっては氾濫区域内の資産、破堤地点、

洪水規模等を想定した上で、氾濫解析を通じて得られる洪水規模別浸水深より被害軽減額の年期待値を算出し、治水施設完成後に毎年その効果が発生するとして治水施設整備の総便益を算出することとしている。

しかし、治水施設の経済便益評価が困難であるために、マニュアルによる治水施設の経済便益評価方法には課題が残されている。マニュアルでは、家計は被災直後に大規模な復旧資金を十分調達でき、被災資産を瞬時に復元すると想定している。本論文はこの点に着眼する。この想定は、家計が被災後の生涯所得を通じて返済することが可能な範囲で、自由に借入を行えることを前提としている。その上で、被災家計が水害による直接的な資産被害の復元を速やかに行うことで、物的資産水準の低下を回避できることを想定している。しかし、マニュアルにも記述があるとおり、現実には水害によって生じる直接的資産被害額は同じであっても、被災家計が十分な復旧資金を借入できない可能性は存在する。また、被災者の有する収入や資産水準、被災地域の経済力や地域における被災者の割合等によって、各家計の望む復旧水準や被災前の社会経済活動に戻るために要する時間は大きく異なる可能性があるだろう。

伝統的に、自然災害に対する防災投資の経済便益は、費用対便益分析により評価されてきた。すなわち、防災施設の価値は防災投資による期待被害軽減額の現在価値によって評価されてきた。期待被害額を用いた経済便益評価方法は、リスクが小規模かつ独立に多数生起し、保険により損害がフルカバーされており、被災時に保険により被災者が被った損害が瞬時に修復されることを前提としている。さらに保険市場において給付・反給付の法則が成立し、防災投資の経済便益が家計の支払う保険料の節約額に等しくなるという理想的な状況を想定している。しかし、自然災害は生起頻度は稀少であるが、一度災害が生じれば、多くの家計や企業・組織が同時に被災し被害規模が巨大になる可能性がある。すなわち、自然災害による損害は、被災地域全体が、同時に、巨大な損害を被るという特徴（以下、カストロフ性と呼ぶ）を持つ。このため、水害による資産損失リスクについては、損害のカストロフ性や復旧資金市場の借入れ制約の問題等を見捨てることはできない。このため、伝統的な費用対便益分析を、カストロフ性を持つ水害に対する防災投資の経済評価に用いることには限界がある。

本論文は、水害被災時の家計の復旧資金調達に焦点を当て、水害被災家計の復旧遅延による被害実態を明らかにすること、及び現行の治水経済便益評価方法の高度化に資する、復旧遅延被害を評価する方法論を構築することを目的とする。以下、**2章**では、本論文の基本的な考え方を述べる。水害被災時の家計の復旧資金調達に着目し、被災家計の復旧資金不足と、復旧資金不足により復旧遅延被害が生じるメカニズムについて整理し、本論文の問題意識を示す。**3章**では、水害被災家計が復旧資金不足に陥る実態を明らかにする。その際、水害による被害や復旧状況に関するアンケート調査結果に基づきモデルを定式化し、被災家計の復旧資金不足に関する実証分析を行う。**4章**では、家計の復旧過程を分析する。

被災時に家計の復旧資金が不足する場合、復旧過程が遅延することにより、家計は復旧完了まで長期間にわたり低い生活水準を余儀なくされる。ここでは、家計属性を考慮した上で家計の復旧過程を推定するモデルを定式化し、復旧資金不足が復旧過程に及ぼす影響に関する実証分析を行う。5章では、治水経済便益評価方法の高度化に関する検討と位置づけ、復旧資金不足による家計の復旧遅延被害を評価する方法論を構築する。その際、3章、4章で示した方法論を拡張し、データの入手可能性と任意地域で適用可能な汎用性を考慮した、復旧遅延被害評価方法を提案する。最後に、6章では、結論として、本研究の知見を取りまとめるとともに、残された今後の課題について指摘する。

2 本論文の基本的な考え方

2.1 緒言

自然災害により物的資産の喪失・損壊の被害を受けた家計は、復旧資金を調達し物的資産の回復に努める。しかし、家計が十分な復旧資金を調達できない場合、物的資産の被害を完全には回復できず、物的資産損失による不可逆的な生活水準の低下を長期間にわたって受け入れざるを得なくなる。本研究では、家計が被災時に調達可能である復旧資金に限界が存在することを流動性制約と呼ぶこととする。

家計は、土地・住宅等の不動産資産や家財・自動車を購入するために、金融機関に対して負債契約を締結している場合がある。また、土地・家屋を担保物件として、金融機関より現金を借り入れている場合も少なくない。被災後に、家屋や家財を喪失して、負債のみが残る家計もある。また、担保物件を喪失する家計も存在する。このような家計は、金融機関より復旧資金を調達することは容易ではなく、流動性制約に直面することになる。流動性制約に直面した家計は、従前の資産水準に回復できず、長期間にわたる生活水準の低下が発生する。以下では、このような被害を流動性被害と呼ぶこととする。

一般に、家計は保険市場で保険を購入し、災害による物的資産損失リスクに対応している場合が多い。しかし、家計は、疾病、交通事故、火災等、様々なリスクに直面しており、すべてのリスクを保険により対応することは必ずしも経済的に合理的ではない。あるいは、所得制約により、保険が購入可能でない場合もあろう。このため、家計が災害による資産損失リスクを正確に認識していても、そのリスクをヘッジできず、不可逆的な資産損失を受け入れざるを得ないという可能性がある。もちろん、災害リスクを正確に認知していない家計は、自然災害に対して、保険購入の動機を持たないだろう。その結果、自然災害に対して十分なリスクヘッジができず、被災した場合に不可逆的な流動性被害を被ることになる。

本章では、水害被災時に家計が流動性制約に直面するために物的資産復旧過程に遅延が生じ、流動性被害が生じるメカニズムを明らかにするとともに、本論文の問題意識を示す。以下、**2.2**で家計の復旧資金調達と流動性制約を説明する。**2.3**で流動性制約により流動性被害が生じるメカニズムを説明する。

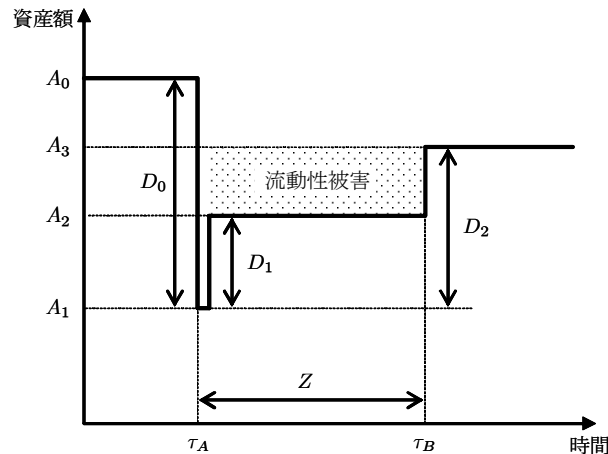
2.2 家計の復旧資金調達と流動性制約

災害リスクは家計に甚大な被害をもたらす予測不可能なリスクである。自己資金による復旧資金調達が十分できない場合、保険金、借入金等により被害額が補填されない限り、被災家計が被災前の生活水準に回復することは不可能である。一度災害が発生すれば家計は人生設計の変更を余儀なくされる可能性がある。この意味で、災害は不可逆的な生活水準の低下をもたらす。被災家計は、今後獲得可能な生涯所得と現有の金融・物的資産残高

に基づいて、効用を最大にするように喪失した物的資産の回復水準を決定する。本研究では、被災後に家計が予定する物的資産水準を回復する行為を「復旧」と呼ぶこととする。この場合、家計が被災することにより利用可能な資産総額が減少するため、家計が被災後に回復を予定する資産水準(以下、復旧水準と呼ぶ)が従前の水準に一致する保証はなく、従前の水準より減少する場合が少なくない。家計が物的資産を復旧水準まで回復するためには、保険金、自己資金、借り入れ等により復旧資金(流動性)を調達することが必要となる。本研究では、復旧のために必要となる資金額を「必要調達額」と呼ぶこととする。このように、必要調達額は、家計が考える望ましい資産の復旧水準を達成するために必要な資金額であり、家計の被害額と必ずしも等しくなる保証はない。

家計は、復旧のために自己資金、(保険金が給付される場合には)保険金によって復旧資金を充当する。さらに、自己資金と保険金で賄えなかった復旧資金不足分について、金融機関や自治体からの借り入れにより調達する。被災後に家計が必要調達額の水準まで復旧資金を調達できる場合、速やかに復旧を完了することができる。しかし、すべての家計が必要調達額に相当する流動性を被災直後に調達できるわけではない。家計が復旧のために被災時点で調達可能な復旧資金を「調達可能額」と呼ぶこととしよう。被災家計の調達可能額が必要調達額を下回る場合、復旧資金が不足するために家計の復旧過程は遅延し、予定された回復水準に到達するまで長い時間を要することになる。本研究では、このように被災家計が、被災後、復旧資金を直ちに調達できない場合、家計は流動性制約に直面していると考えられる。家計が流動性制約に直面する原因として、1) 十分な保険に加入していない場合、2) 資産保有残高が少ない場合、3) 担保資産が不十分であったり、担保資産を災害で喪失した場合、4) 被災時点においてすでに多額の負債を抱えている場合等が考えられる。まず、保険による復旧資金の調達可能性に着目しよう。カバー率100%の水害保険に加入していた場合、家計は被害額と同額の保険金を受け取ることにより被災直後に速やかに復旧できる。しかし、水害保険により必要調達額のうち一部のみが賄われる場合、必要調達額のうち保険金で賄われない不足分を自己資金、借り入れ等により調達する必要がある。実際、特約によるカバー率100%の保険購入というケースを除いて、水害保険によるカバー率は、家屋全損では保険金額の70%を限度とし、床上浸水による一部損壊では、その被害の状況に応じて100~200万円程度の保険金が給付される。

家計が保有する資産として家屋、家財、土地等の物的資産と、預金、有価証券等の金融資産がある。他のことを一定にすれば、家計が保有する家屋、家財等の物的資産が大きいほど水害による被害額は大きくなる。ただし、風評被害で地価が下がる場合を除いて、土地は被害を受けない。家計は土地を売却することにより、復旧資金を獲得できる。さらに、土地が既存の負債契約の担保物件に設定されていない場合、土地には担保価値が生じる。しかし、売却する土地に家屋が立地する場合、土地の売却により人生設計の変更を余儀なくされる。一方、金融資産は、災害による損壊が発生しない資産である。金融資産を多



図－２．１ 流動性制約仮説と流動性被害

く保有する家計ほど、復旧のためにより多くの自己資金を確保できる。

家計は、復旧資金が不足する場合、金融機関から復旧資金を借り入れる。将来所得を返済原資とする借り入れは、負担する利子率が高くなるのが普通であり、また一定程度の借り入れ限度額が存在するケースが多い。さらに、被災家計は、すでに金融機関と負債契約（ローン契約）を締結し、被災した家屋・土地の購入資金を調達していたケースが少なくない。家計は労働所得のキャッシュフローを原資として、生涯期間の中で長期にわたって負債を返済する。負債契約を締結するにあたり、家計が購入した土地、家屋は負債契約における担保として位置づけられるケースが多い。しかし、家屋が負債契約における担保となっていた場合、水害により家屋を喪失することにより、担保資産も同時に喪失することになる。この場合、被災家計が新たな負債契約により復旧資金を調達する場合、1) 担保物件の不足や、2) 被災前に締結していた未完済の負債契約と、復旧のための負債契約という2重負債契約の問題が発生し、家計は流動性制約に直面する可能性がある。

2.3 家計の流動性制約による流動性被害

2.2で考察したように、被災家計は、今後獲得可能な生涯所得と現有の金融・物的資産残高に基づいて、効用を最大にするように喪失した物的資産の回復水準を決定し、必要調達額を決定する。しかし、被災家計が流動性制約に直面する場合、調達可能額と必要調達額の間にはギャップが存在することになる。その場合、家計の復旧過程は長期にわたり遅延する。図－２．１に、家計が直面する流動性制約、及び流動性被害を図示している。いま、図において、縦軸は家計が保有する物的資産額（再調達価額）を、横軸は時間軸を表している。被災前に家計が保有する物的資産額を A_0 とする。時刻 τ_A に被災し、物的資産額が A_1 まで減少する。被災後、直ちに復旧活動を実施し、物的資産額を A_2 まで回復する。しかし、残りの復旧資金の調達に時間を要し、最終的には時刻 τ_B で物的資産額 A_3 の水準まで回復したと考えよう。現実には、物的資産の復旧過程はなだらかな回復曲線を描くが、

ここでは問題を簡略化するために、物的資産は不可分であり、図のような段階的な回復曲線を描くと考える。 D_0 は災害により喪失した物的資産の再調達価額（以下、一般資産被害額と呼ぶ）を表す。復旧時刻 τ_B における回復水準 A_3 を確保するために必要となる資金 D_2 を必要調達額と呼ぶ。被災時点で、家計は生涯所得と物的資産以外への使途を考慮して、望ましい物的資産の回復水準を決定する。家計は、被災した物的資産を必ずしも元の状態にまで回復するとは限らない。すなわち、必要調達額 D_2 は、物的資産の被害額 D_0 よりも少ない値になっている。一方、被災した時点において、家計が調達可能な復旧資金は D_1 で表される。流動性制約があるため、被災直後に物的資産水準を D_2 まで回復することはできない。家計は、必要調達額と調達可能額の差（以下、不足調達額と呼ぶ）を調達するために、期間 Z にわたり資金を留保する。時刻 τ_B に到達して、家計は必要調達額を調達でき、復旧完了し復旧過程が終了する。流動性制約が存在しない場合、家計は被災後直ちに物的資産水準 A_3 まで復旧することが可能である。しかし、流動性制約が存在する場合、期間 Z にわたり、家計は復旧資金を留保するため（その資金を他の消費に使わないため）、効用水準が低下することになる。このように流動性制約が存在するために家計が被る被害を、流動性被害と呼ぶこととする。

2.4 結言

以上の考察の下に、流動性制約仮説を、

- 作業仮説 1：被災家計の必要調達額が、一般資産被害額よりも下回る可能性がある、
- 作業仮説 2：流動性制約が存在する場合、必要調達額よりも、調達可能額が下回る可能性がある、

と表現しよう。この流動性制約仮説を踏まえ、次章で家計の流動性制約仮説を検証し、流動性制約に直面し流動性被害を被った家計が少なからず存在することを明らかにし、水害被災家計の流動性制約の実態を明らかにする。

3 流動性制約モデル

3.1 緒言

本章は、平成16年10月に発生した台風23号による兵庫県豊岡市水害(以下、豊岡水害と呼ぶ)を対象として、被災家計の復旧資金調達と流動性制約に関する実態を分析することを目的とする。流動性制約下における家計の復旧資金の調達可能性を分析するために、ショートサイド原則に基づいたサンプル選択モデル(以下、流動性制約モデルと呼ぶ)を定式化する。さらに、被災家計の復旧資金の調達状況に関するマイクロデータに基づいて、水害後に家計が直面した流動性制約の実態を明らかにする⁵⁾。以下、**3.2**では、本研究の基本的な考え方を明らかにする。**3.3**では、豊岡水害の実態調査結果を踏まえ、被災家計の復旧資金の調達状況について考察する。**3.4**では、流動性制約モデルを用いて、被災家計の復旧資金に関する流動性制約について分析する。

3.2 本研究の基本的考え方

3.2.1 既往研究の概要

一般に、流動性という概念は、「資産価値をもっとも有利な条件のもとで、かつ売却についての事前の有益な準備をすべて整えた上で資産を売却する、あるいは清算することによって得られる、最大の現金の量」と定義される⁶⁾。しかし、経済主体は、異時点間における流動性配分を自由に決定できるわけではない。斎藤、柳川⁷⁾は、企業の流動性制約を手元流動性が不足して最適な設備投資水準を達成できない状態であると定義し、借り手と貸し手の間の情報の非対称性により、流動性制約が発生するメカニズムを分析している。また、大西ら⁸⁾は、企業が流動性リスクを回避するために、地震保険を購入するメカニズムを分析している。

一方、Zeldes⁹⁾は、家計の流動性制約を、将来の労働所得を担保とした借り入れができないことと定義している。また、家計の流動性制約に関して、すでに幾つかの実証分析^{9)–14)}がなされている。その中で、Zeldes⁹⁾は将来の労働所得を担保にした借り入れの外生的量的制限が家計消費に影響を及ぼすという流動性制約仮説を検証した。すなわち、流動性制約に直面していない家計の消費は現在のみならず将来の予想労働所得にも依存する。他方、流動性制約下にある家計にとっては、労働所得に財産所得を加え、利子支払いを控除した可処分所得のみが消費に影響を及ぼすと指摘した。その上で、パネルデータを用いた実証分析により、流動性制約仮説を支持している。Hayashi¹⁰⁾は、クロスセクションデータを用いて流動性制約の消費支出への影響を分析した。そこでは、貯蓄残高の大きい家計は流動性制約を受けないという想定の下で、家計が流動性制約を受けないときの最適消費額を推計した。その上で、推計された最適消費額と観測された消費額の差により流動性制約の強度を計測している。その結果、貯蓄残高の小さい家計では、流動性制約が消費額に影響

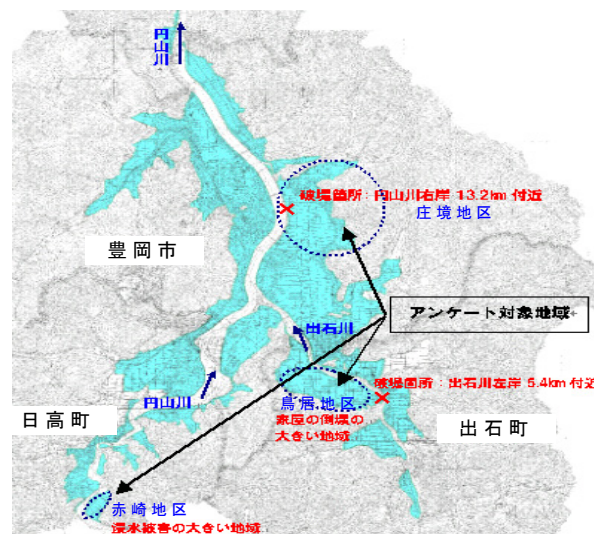
を及ぼすという流動性制約仮説を支持している。また、新谷¹¹⁾は、Hayashi¹⁰⁾の議論を拡張し、クレジットカード情報を用いて流動性制約と消費行動の関係を分析している。

自然災害により被災した家計に焦点を当て、復旧資金の調達における流動性制約に関して分析した事例は極めて少ないのが実情である。その中で、阪神・淡路大震災によって被災した家計の復旧資金の調達方法を分析した事例が存在する¹⁵⁾。被害額の小さな家計は、貯蓄を取り崩して復旧資金を捻出しているが、被害額の大きい家計は、主に借入れにより復旧資金を調達していることを報告している。また、横松、小林^{16)–18)}は、災害が無限期にわたって繰り返し起こりえる状況を想定して、家計が被災時点で人生設計を立て直して、再び資産を再形成する過程について、動学的モデルを定式化している。このような人生設計の見直しの可能性が存在する場合、防災投資は被災前後における資産の形成過程に影響を及ぼし、結果的に家計のライフサイクルを通じた期待生涯効用に影響を及ぼすという結果を得ている。しかし、家計の流動性制約を考慮しておらず、流動性被害を分析する枠組みにはなっていない。本研究では、豊岡水害を対象として、家計の復旧資金の調達や、流動性制約の実態に関して、実証的な知見を獲得することを目的としている。筆者らの知る限り、自然災害により被災した家計の流動性制約に関して分析した研究事例は見当たらない。

3.2.2 流動性制約仮説

被災後の家計の流動性制約を分析する上で、「被災家計が復旧資金を必要調達額の水準まで十分に調達できたかどうか」という点が重要となる。しかし、アンケート調査により観察可能なデータは、被災後に被災家計が支出した復旧費用であり、それは家計の必要調達額 C 、または調達可能額 L のどちらかに等しい。ところが、被災家計の必要調達額 C と調達可能額 L を同時に観測することは困難である。このため、必要調達額 C と調達可能額 L の大小関係を直接比較して、被災家計が流動性制約に直面しているかどうかを判定することは不可能である。米国のミクロデータを用いた流動性制約の分析事例^{9),12)}では、資産所得比率の高い家計を流動性制約のない家計の候補とすることが一般的に行われている。ところが、Jappelli¹⁹⁾が指摘するように、資産所得比率の大きい家計は、必要調達額も大きくなるのが普通であり、資産所得比率を用いて流動性制約の有無を判定する方法には問題が残されている。本研究では、2.4 で言及した流動性制約仮説に基づいて、以下のような仮定を置く。

- 被災後の所得、資産の保有残高を所与として、望ましいと考える家屋、家財等の水準に回復するために必要となる資金額を必要調達額 C とする。したがって、必要調達額が、水害により損失した一般資産被害額に一致する保証はない（作業仮説 1）。
- 流動性制約に直面しない被災家計が調達した復旧資金 z は必要調達額 C に等しい。一方、流動性制約に直面する家計が調達した復旧資金 z は、調達可能額 L に一致す



図－3. 1 豊岡市周辺の浸水範囲と調査地域

注) 図中の色の濃い箇所が浸水地域を表している。また、×印は破堤地点を表す。

る（作業仮説2）。

- アンケート調査では、家計が流動性制約を受けているかどうかを判断するために、調達した資金で被害の復旧を賄えたかどうかを尋ねている。「賄えた」と回答した家計は流動性制約に直面していない。「賄えなかった」と回答した家計は流動性制約に直面していると考え（外的基準）。

本研究では、アンケート調査において流動性制約の有無を直接質問している。すなわち、流動性制約の有無を判断する外的基準に関する情報を、3.4で定式化する流動性制約モデルの推定に用いることが可能である。

3.3 豊岡水害における被害実態

平成16年10月の台風23号は、円山川の基準地点立野上流において12、24時間雨量としては戦後最大、2日雨量においても戦後3位となる降雨をもたらし、流量としては過去最大であった伊勢湾台風時の洪水流量を超える最大のものとなった。この洪水によって、円山川立野大橋付近及び出石川鳥居橋付近（図－3. 1に×印で破堤地点を示す）において破堤氾濫が生じるとともに、沿川のいたる箇所で越水氾濫や内水氾濫が生じ、兵庫県但馬地域において死者7名、重傷者23名、軽傷者28名、家屋の損害率が50%以上の全壊家屋333棟、家屋の損害率が40%～50%以上の大規模半壊家屋1,082棟、家屋の損害率が20%～40%以上の半壊家屋2,651棟、一部損壊及び床上浸水837棟という被害が生じた。

豊岡市域の浸水範囲を図－3. 1に示している。これらの氾濫地域のうち豊岡市庄境地区、鳥居地区及び赤崎地区では、破堤氾濫によって大きな被害が生じた。破堤氾濫が生じ

表－３．１ 調査実施概要

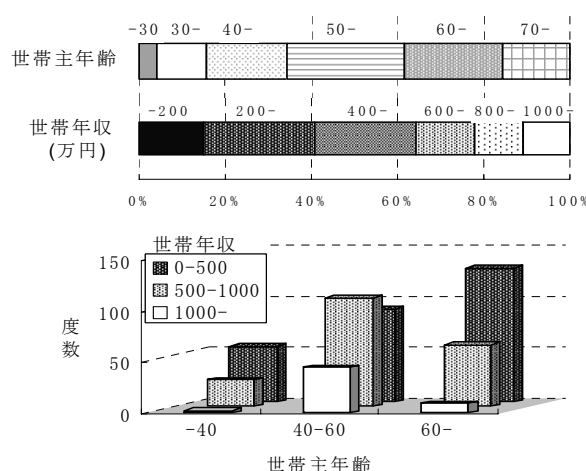
調査回	実施日時	対象家計数	有効回答数	回収率
1	H17.3	879	650	73.9%
2	H18.3	607	380	62.6%
3	H18.11	606	380	62.7%

表－３．２ アンケート調査項目

台風23号以前の 浸水経験及び自衛策	・過去浸水回数, 被害程度 ・自衛策有無, 及び自衛方法
台風23号による 被害状況	・浸水深, 及び土砂堆積状況 ・家屋, 家財被害状況 ・農業, 畜産業被害状況 ・清掃, 後片づけの日数および必要人数 ・清掃活動や飲料水等の代替用品の出費 ・身体的被害状況 ・仕事, 学校を, 誰が, 何日休んだか
復旧状況	・家屋, 家財復旧状況 ・家屋, 家財の今後の復旧目途 ・復旧資金調達状況, 及び過不足 ・復旧資金調達目途, 及び予定
水害前の資産内容	・預金額, 有価証券価額 ・生命保険, 損害保険, 共済積立金 ・不動産, 信託評価額 ・担保資産, 及びその被害状況 ・住宅の築年数, 延べ床面積, 土地面積
保険	・保険加入状況, 及び保険内容 ・保険金受取額
将来計画	・住宅の変更・継続予定 ・新しい住宅の取得価額ないし家賃
フェースシート	・性別, 年齢, 職業, 住居形態, 世帯人員 ・世帯年収, 及び水害後の年収減少額

たこれら3地区を分析対象として選定し実態調査を実施した。実態調査は、アンケート調査、ヒアリング調査を通じて豊岡水害による被害状況と復旧過程に関する情報を収集することを目的としている。実態調査は、京都大学大学院工学研究科小林潔司研究室が主体となり、水害が発生した約5ヶ月後の平成17年3月(確定申告終了後)、17ヶ月後の平成18年3月、25ヶ月後の平成18年11月の計3回にわたって実施した。各調査回の調査実施概要を表－３．１に整理している。本実態調査は、家計の資産状況、復旧資金と調達可能性という極めて個人的な情報を収集することを目的としている。アンケート調査を効果的に実施するためには、実施主体と被災者世帯との信頼関係を築くことが必要である。このため、3地区のそれぞれの自治会との協働作業を通じてアンケート調査票を作成した。アンケート調査票の配布にあたっては、地元自治会の全面的な協力を頂いている。実態調査は、庄境地区内の上庄境地区、梶原地区、及び赤崎地区では全数調査を実施し、鳥居地区周辺、庄境地区内の本・中庄境地区では実被害が生じた世帯を抽出し調査を実施した。

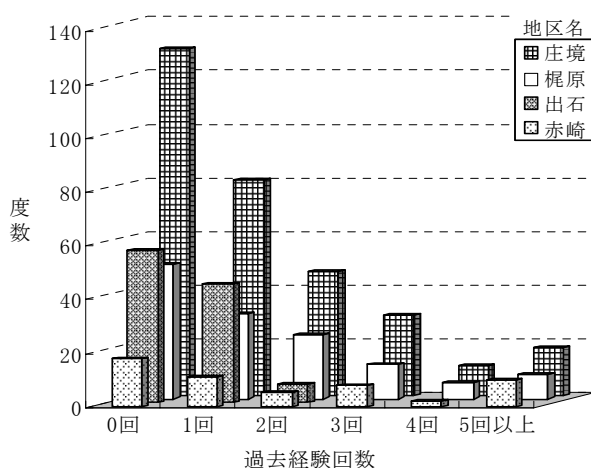
アンケート調査では、台風23号による浸水被害以前の浸水経験の有無、台風23号による浸水で受けた家屋等の資産被害の内容、復旧状況、浸水被害による身体的な影響、台風



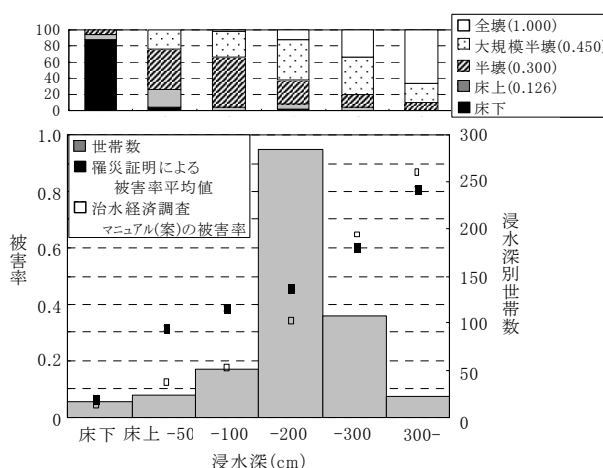
図－３． ２ 世帯主の年齢構成と世帯年収 N=526

23号による浸水被害以前の資産保有状況と損害保険への加入の有無，復旧資金と調達先等，広範囲の被災項目(表－３． ２参照)にわたり情報を収集している．なお，対象地域では，現地での復旧を諦め，すでに別の地域に移住した世帯が存在する．本調査では，該当世帯の意向もあり，移住した世帯に関する追跡調査は断念した．

アンケート調査結果に基づいて，アンケート回答世帯の平均的な属性についてとりまとめておく．世帯属性に関する情報は多岐にわたるので，紙面の都合上，その詳細に関しては割愛する．図－３． ２は，該当する質問項目に回答した世帯（以下，質問回答世帯と呼ぶ）(526世帯)の世帯主年齢構成と世帯年収の構成を示している．なお，同図には世帯主年齢構成と世帯年収の関係を示すクロス分析の結果を併せて表記している．年齢構成のうち，50歳代が占める割合がもっとも多い．世帯主の平均年齢は55歳であり，比較的高齢者層が多い地域であることが理解できる．また，世帯の年収分布は，200万円代にピークが存在する．世帯年収が400万円未満である世帯が約40%を占めることを考慮すれば，対象地域では平均年収の少ない世帯が占める割合が多いことが理解できる．世帯年収と世帯主年齢のクロス分析を行った結果，世帯年収が500万円未満であり，世帯主年齢が60歳以上である世帯がもっとも多いことが明らかとなった．さらに，世帯年収と職業のクロス分析を行った結果，低所得者層は主として年金生活者および若者が占めていることが判明した．以下，図表の掲載は割愛するが，対象世帯の構成員の職業構成は，会社員が29%，年金生活者15%，自営業13%，農業（専業）が7%，公務員6%，それ以外は，専業主婦，及び学生である．さらに，世帯人員数の平均は3.1人である．75%の世帯が一戸建て（持ち家）に住み，17%の世帯は一戸建て（借家）または賃貸マンション・アパートに住んでおり，持ち家比率の大きい地域である．



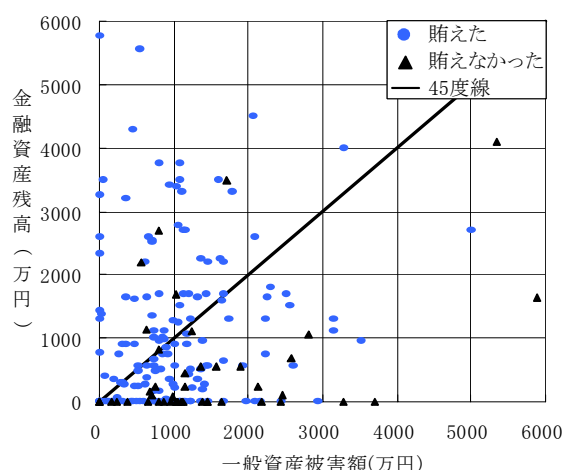
図－３． ３ 水害経験 N=610



図－３． ４ 浸水深分布と家屋被害率

3.3.1 被災状況

豊岡市では、昭和34年の伊勢湾台風、平成2年の台風19号による大規模水害をはじめとして、繰り返し水害が発生してきた。このため、対象地域に居住する世帯の中には、浸水経験を持つ世帯が少なくない。図－３． ３は、調査対象である各地区において調査対象世帯が、過去に豊岡市で経験した浸水経験回数を示している。各地区における居住者の浸水経験の分布は、いずれも類似の傾向を示している。しかし、都市居住者の多い庄境地区では、水害経験のない居住者が相対的に多い。一方、農業従事者の多い赤崎地区では浸水経験のある居住者が占める割合が相対的に多い。質問回答世帯（610世帯）のうち、57%の世帯が台風23号以前に浸水を経験している。このため、対象地域に居住する世帯の水害リスクに関する認知は非常に高いことが推測できよう。図－３． ４は、アンケート回答世帯が居住する地点における浸水深と家屋被害率の関係を示している。回答世帯の中で、

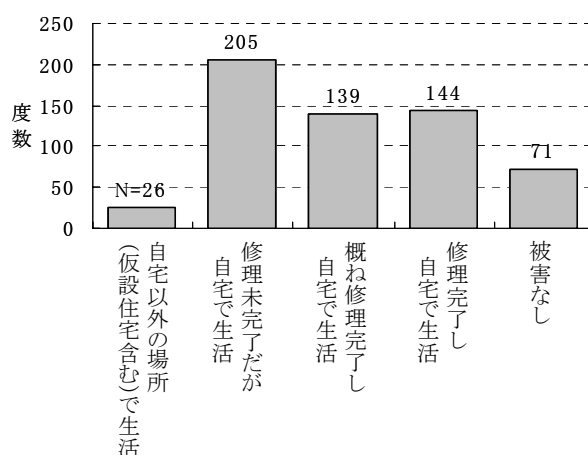


図－３．５ 一般資産被害額と金融資産 N=202

81%の世帯が床上100cm以上浸水し、90%の世帯が家屋半壊、大規模半壊、全壊という被害を被っている。同図には、浸水深ごとの家屋被害率を併記している。なお、内閣府における家屋被害判定基準と国土交通省の治水経済調査マニュアルにおける家屋被害率の定義が異なっている。しかし、同図に示すように、床上浸水50cmと100cmの被害率が、治水経済調査マニュアルによる被害率の方が内閣府の被害率よりも小さくなっている以外は両者で算定した家屋被害率の間に大きな差異はない。アンケート調査では、家屋被害だけではなく、家財（46項目）、農業・畜産関係資産（21項目）に関して詳細な被害調査を行っている。各世帯の一般資産被害額は、アンケート調査で把握した家財・家屋の被災状況に基づいて、損壊・喪失した資産の再調達価額を推計し算出している。アンケート調査対象の内、338世帯が家屋・家財の被害状況に関する詳細な被害状況に関して回答している。

3.3.2 復旧資金の調達状況

家計は損壊した家屋や家財を復旧するために資金を調達する。本研究では、復旧資金の調達方法として、1) 自己資金、2) 保険金、3) 行政からの援助、4) 金融機関からの借入れ、5) 親戚、知人からの借金、6) その他、を考慮した。これらの中で、もっとも基本となる調達手段は、自己資金の切り崩しである。そこで、アンケート調査では、家計の金融資産の保有残高に関する質問を行っている。図－３．５は、質問回答世帯の一般資産被害額と金融資産の保有状況の関係を示している。質問回答世帯の一般資産被害額の平均値は1,416万円である。図－３．５に示すように、45度線の下方に位置する世帯では、金融資産の保有残高を超える一般資産被害額が発生している。これらの被災世帯が損壊した家屋、家財を復旧するためには、保険金の受け取り、金融機関の借入れ等、外部資金を投

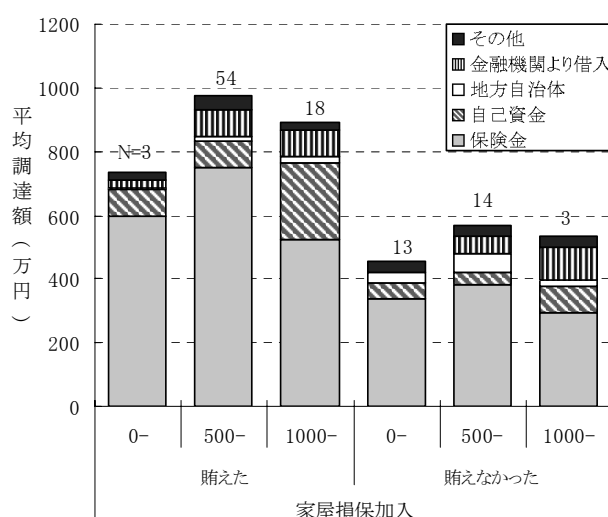


図－3. 6 家屋復旧状況 N=585

入ることが必要となる。あるいは、損壊した家屋、家財を事前の水準まで回復させることを断念せざるを得ない場合も起こりえる。さらに、アンケート調査では、家計の復旧資金の調達状況についても質問している。アンケート回答世帯のうち、274世帯が復旧資金の調達状況に関する詳細な質問項目に答えている。これらの回答世帯の内、33%の世帯が、「調達できた復旧資金額では水害による被害の復旧を賄えない」、もしくは、「今後の復旧資金調達の目途がたたない」と回答している。図－3. 5には、対象世帯が十分な復旧資金が賄えたかどうかについても併記している。当然のことながら、45度線より下方に位置する世帯では、復旧資金が賄えなかったと答えた割合が多くなっている。さらに、45度線より上方に位置する世帯も、保有する金融資産のすべてを復旧に投入できるわけではない。このため、復旧資金を賄えなかったと答えた世帯も存在する。

図－3. 6は、水害発生から約5ヶ月経過した平成17年3月16日現在における被災世帯の家屋の復旧状況を示している。この時点で、質問回答世帯（585世帯）の中で、依然として26世帯が、仮設住宅や親戚の家等、自宅以外の場所における生活を余儀なくされている。さらに、205世帯が自宅で生活をしているものの、家屋の修繕、修理が終了していないと答えている。

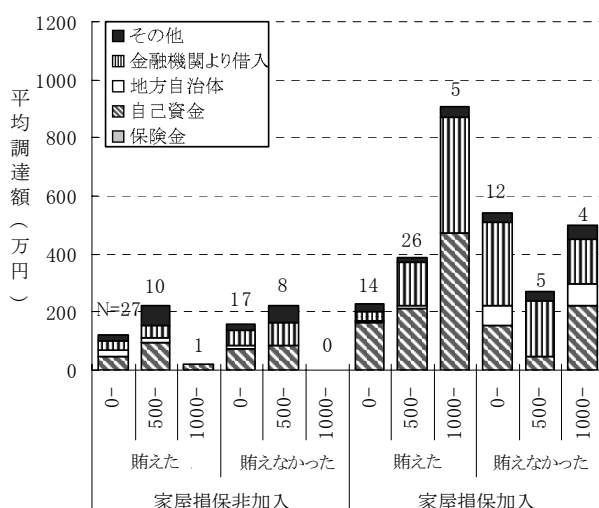
図－3. 7、図－3. 8に、1世帯当たりの復旧資金の平均調達額を示している。これらの図では、調達手段ごとの平均調達額も示している。このうち、図－3. 7は、家屋損害保険より保険金の給付を受けた世帯の復旧資金の調達状況を示している。図の横軸は、世帯の年収を示している。さらに、被災世帯に対して、調達した復旧資金で、「予定した家屋、家財の復旧費用を全額賄えたかどうか」について質問しており、この質問に対し、「調達した資金で復旧費用を全額賄えた」と答えた世帯と、「全額は賄えなかった」と答えた世帯に分類した。同図に示すように、保険給付を受けた世帯では、保険金が調達資金の過半数を占めている。しかし、保険金の給付を受けても、「賄えなかった」と回答した世帯が30世帯



図－3. 7 復旧資金調達状況と復旧資金過不足
(保険金給付世帯限定)N=145

存在している。これらの世帯では、保険金のみでは必要調達額を調達できていない。このことにより、世帯は保険により損失をフルカバーするという、full insurance 仮説^{20)–22)}は成立しないことが理解できる。さらに、「賄えなかった」と回答した世帯の調達可能額は、「賄えた」と回答した世帯よりも少ない。また、「賄えなかった」と回答した世帯の平均保険金は、「賄えた」と回答した世帯よりも少ない。一方、年収と平均調達額の関係に関しては、「賄えた」と回答した世帯では、年収が多くなるほど自己資金による調達額が増加している。しかし、年収と平均調達額の間には、強い相関関係を見いだすににくい。図－3. 8 は、家屋損害保険金が給付されていない世帯の復旧資金の調達状況を示している。その中には、はじめから保険に加入していない世帯と、保険に加入していたが、平成16年3月16日現在で保険金の給付を受けていない世帯が存在する。家屋損害保険に非加入の世帯が、復旧のために調達できた復旧資金はおおむね200万円以下である。一方、家屋損害保険に加入しながらも、保険金給付がない世帯における復旧資金の平均調達額は図－3. 7と比較して、低い水準にとどまっている。ただし、「賄えた」と回答した世帯に関しては、年収が増加するほど自己資金による平均調達額は増加している。

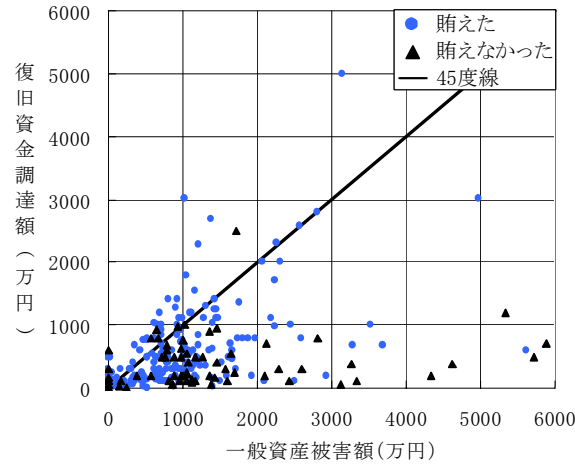
これら2つの図より、家屋損害保険加入者のうち、「賄えた」と回答した世帯の資金調達額の内訳をみると、保険金が半分を占めていることがわかる。保険金の給付が、流動性制約を回避する効果を発揮している。しかし、保険金給付を受けながら、「賄えなかった」と回答した世帯も存在する。また、保険金の給付を受けないにも関わらず、「賄えた」と回答した世帯もある。当然のことながら、水害被災時に流動性制約に直面する可能性が低い世帯とは、必要調達額が小さく、被災時に流動性を確保できる世帯である。一方、水害被災時に流動性制約に直面する可能性が高い世帯とは、必要調達額が大きいのか、被災直後



図－3. 8 復旧資金調達状況と復旧資金過不足
(保険金非給付世帯限定)N=129

に保険金，自己資金で必要調達額を調達できず，かつ十分な資金の借り入れができない世帯である．しかし，図－3. 7，図－3. 8に示したように，水害保険に入っていないが流動性制約を受けない世帯が少なからず存在する．十分な資産を被災前に保有している世帯は，被災直後においても十分な流動性を保有しており，流動性制約下に陥るリスクをヘッジしている可能性がある．すなわち，世帯が流動性制約に陥るか否かは，世帯の一般資産被害額，金融資産・負債等の保有状況，保険の保有の有無等の相対的な関係で決定されることが理解できる．

最後に，図－3. 9は被災世帯の一般資産被害額と，世帯がアンケート調査において回答した復旧資金調達額の関係を示した結果である．図中の45度線より下に位置する世帯は，復旧のために調達した資金が一般資産被害額よりも小さいことを意味している．特に，一般資産被害額の大きい世帯ほど，従前の状況に復旧できない傾向が読み取れる．なお，アンケート調査では，復旧資金を調達できないことにより生じた生活パターンの変化を自由回答様式で質問している．被災世帯の中には，水害後に生活をコンパクトにする，子供や孫の教育方針を変更するなど，人生設計を変更すると回答した世帯も少なくない．あるいは，これまで実質的にほとんど利用していなかった家財が損壊したため，買い直す必要がないと答えた世帯もいる．被災世帯の中には，必要調達額が一般資産被害額を上回る世帯もある．このような世帯がすべてその理由を回答をしているわけではないが，当初より家屋の改築等を予定していた等の理由を挙げている世帯が存在する．同図には，予定した復旧資金を調達できたか否かという質問の回答についても併せて表記している．復旧資金調達額が一般資産被害額に達していないにも関わらず，多くの世帯が必要な復旧資金を調達できたと回答している．2.3において，流動性制約仮説として提示したように，大半の



図－３． 一般資産被害額と復旧資金調達額 N=266

被災世帯の必要調達額が，一般資産被害額よりも小さくなっている．このように，被災した世帯は，必ずしも物的資産を従前の水準まで回復するわけではなく，獲得可能な生涯所得や現有の資産状況を考慮して望ましい回復水準を決定していることが理解できる．以上の結果より，被災世帯の一般資産被害額と必要調達額は一致しないという作業仮説 1 を棄却できないと考える．一方，図－３． 9 より，一般資産被害額と復旧資金調達額の関係から，世帯が復旧資金を賄えたかどうかを一義的に判断することは難しい．世帯が流動性制約に直面するかどうかは，すでに述べたように，一般資産被害額だけではなく，世帯の資産・負債の保有状態や保険購入の有無等の相対的な関係により決定される．このことより，世帯属性により必要調達額と調達可能額が決定されるメカニズムは異なると考えるのが自然だろう．以下では，流動性制約モデルを用いて，世帯が流動性制約に直面するメカニズムを分析し，作業仮説 2 が棄却されるか否かを検討する．

3.4 流動性制約モデルの定式化

被災家計 i ($i = 1, \dots, I$) の属性を $\mathbf{x}_i$ と表そう．家計 i の被災後の必要調達額 C_i を，

$$C_i = C_i(\mathbf{x}_i) = \mathbf{x}_i \boldsymbol{\beta}' + \varepsilon_1^i \quad (3.1)$$

ただし， $\mathbf{x}_i = (x_i^1, \dots, x_i^M)$ は家計 i の必要調達額を説明する家計属性ベクトル， $\boldsymbol{\beta} = (\beta^1, \dots, \beta^M)$ はパラメータベクトルである．記号「 $'$ 」は転置を表す． ε_1^i は観測不可能な属性に関する確率誤差項である．一方，家計が調達可能な資金額の上限值である，調達可能額 L_i を，

$$L_i = L(\mathbf{y}_i) = \mathbf{y}_i \boldsymbol{\gamma}' + \varepsilon_2^i \quad (3.2)$$

と表そう．ここに， $\mathbf{y}_i = (y_i^1, \dots, y_i^N)$ は，調達可能額を説明する家計属性ベクトル， $\boldsymbol{\gamma} = (\gamma^1, \dots, \gamma^N)$ はパラメータベクトル， ε_2^i は確率誤差項である．確率誤差項 ε_1^i と ε_2^i は，ともに

分析者に観測できない家計属性を表す確率変数であり、互いに強い相関があると考えることが自然である。ここで、2つの確率誤差項 $\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i$ は、2次元正規確率密度関数、

$$\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) = \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)} \cdot \left\{ \left(\frac{\varepsilon_1^i - \mu_1}{\sigma_1} \right)^2 - 2\rho \cdot \frac{\varepsilon_1^i - \mu_1}{\sigma_1} \cdot \frac{\varepsilon_2^i - \mu_2}{\sigma_2} + \left(\frac{\varepsilon_2^i - \mu_2}{\sigma_2} \right)^2 \right\} \right] \quad (3.3)$$

に従うと考えよう。ただし、 μ_1, μ_2 は、それぞれ確率誤差項 $\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i$ の期待値、 σ_1^2, σ_2^2 は確率誤差項の分散である。また、 ρ は確率誤差項の相関係数である。必要調達額モデル(3.1)と調達可能額モデル(3.2)に定数項が含まれている。そこで、確率誤差項の同時正規確率密度関数(3.3)を正規化するために $\mu_1 = \mu_2 = 0$ を仮定する。必要調達額モデル、調達可能額モデルは、貨幣単位で表現されており、確率誤差項 $\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i$ を基準化できない。

アンケート調査では、一般資産被害額の調査と併せて、復旧資金調達額を調査している。家計 i ($i = 1, \dots, I$)の復旧資金調達額を z_i で表そう。作業仮説1より、復旧資金調達額が一般資産被害額に一致する保証はない。また、作業仮説2より、2つの排他的な事象が生起しうる。すなわち、家計が流動性制約に直面しない場合、家計は必要調達額 C_i を調達できる。しかし、家計が流動性制約に直面する場合、必要調達額 C_i のすべてを調達することができず、家計が調達できる復旧資金は L_i となる。したがって、家計が実際に調達した復旧資金 z_i は、

$$z_i = \begin{cases} C_i & C_i \leq L_i \text{の時} \\ L_i & C_i > L_i \text{の時} \end{cases} \quad (3.4)$$

と表される。すなわち、被災家計が復旧資金調達の際に流動性制約に直面する場合、家計が調達した復旧資金は調達可能額に一致する。一方、必要調達額が流動性制約以下の場合、家計は必要調達額を調達することができる。ここで、調達額 z_i のみが観測可能であることを考えよう。 $C_i \leq L_i$ が成立する場合には、 C_i が観測可能であるが、 L_i は観測可能ではない。一方、 $C_i > L_i$ が成立する時には、 L_i が観測可能であるが、 C_i は観測可能ではない。すなわち、復旧資金調達額は、必要調達額と調達可能額という2つの価額の中で小さい価額に一致するというショートサイド原則が成立する。なお、ショートサイド原則(3.4)のため、流動性制約に直面する($C_i > L_i$ が成立する)家計のみ調達可能額が観測される。換言すれば、調達可能額モデルは、流動性制約に直面した家計のデータのみに基づいて推定されることとなる。したがって、流動性制約モデルを用いて、データが観測されない(被害額が少なく流動性制約に直面しない)家計の調達可能額を推計する場合、推定結果の精度に関して吟味が必要となる。

以上で定式化した流動性制約モデルは、サンプル選択メカニズムを有する連立方程式モデルであり、Tobitモデルを代表とするサンプル選択モデルと同様の構造を有している。た

だし、標準的な Tobit モデル^{23),24)}とは異なり、1) サンプル選択メカニズム (3.4) が、不均
衡モデル²⁵⁾と同様のショートサイド原則^{26),27)}で表現されていること、2) 確率誤差項 $\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i$
の間に相関関係が存在すること、3) サンプル選択に関する外的基準が利用可能である
という特性を有している。このため、Tobit モデルの推定方法を拡張し、以上の特性を考慮
できるような推定方法を適用することが必要となる。

3.5 モデルの推定方法

家計 i ($i = 1, \dots, I$) のデータ $\bar{\omega}_i = (\bar{\delta}_i, \bar{z}_i, \bar{x}_i, \bar{y}_i)$ が利用可能であると考えよう。ただし、 $\bar{\delta}_i$ は、家計 i が流動性制約に直面しているか否かを表すダミー変数、

$$\delta_i = \begin{cases} 1 & C_i > L_i \text{ の時} \\ 0 & C_i \leq L_i \text{ の時} \end{cases} \quad (3.5)$$

であり、家計が流動性制約に直面する場合に値1を、そうでない場合に値0をとる。記号「 $\bar{\cdot}$ 」は実測値であることを表す。記述の便宜を図るために、未知パラメータ $\beta, \gamma, \sigma_1, \sigma_2, \rho$ を一括して $\zeta = (\beta, \gamma, \sigma_1, \sigma_2, \rho)$ と表記しよう。この時、家計データの実測値 $\bar{\omega} = \{\bar{\omega}_i \ (i = 1, \dots, I)\}$ が同時に生起する確率密度関数（尤度関数）は、

$$\mathcal{L}(\bar{\omega}, \zeta) = \prod_{i=1}^I \left\{ \int_{\bar{\varepsilon}_1^i}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) d\varepsilon_1^i \right\}^{\bar{\delta}_i} \cdot \prod_{i=1}^I \left\{ \int_{\bar{\varepsilon}_2^i}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) d\varepsilon_2^i \right\}^{1-\bar{\delta}_i} \quad (3.6)$$

と表せる。ただし、

$$\bar{\varepsilon}_1^i = \bar{z}_i - \bar{x}_i \beta' \quad (3.7a)$$

$$\bar{\varepsilon}_2^i = \bar{z}_i - \bar{y}_i \gamma' \quad (3.7b)$$

である。若干の計算により確率密度関数 $\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i)$ は、

$$\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) = \phi\left(\frac{\varepsilon_1^i}{\sigma_1}\right) \phi(s_i) \quad (3.8a)$$

$$= \phi\left(\frac{\varepsilon_2^i}{\sigma_2}\right) \phi(t_i) \quad (3.8b)$$

と表される（本章付録参照）。ただし、 $\phi(\cdot)$ は標準正規確率密度関数である。したがって、尤度関数 (3.6) は、

$$\mathcal{L}(\bar{\omega}, \zeta) = \prod_{i=1}^I \left[\{1 - \Phi(\bar{t}^i)\} \phi\left(\frac{\bar{\varepsilon}_2^i}{\sigma_2}\right) \right]^{\bar{\delta}_i} \cdot \prod_{i=1}^I \left[\{1 - \Phi(\bar{s}^i)\} \phi\left(\frac{\bar{\varepsilon}_1^i}{\sigma_1}\right) \right]^{1-\bar{\delta}_i} \quad (3.9)$$

と表せる。ただし、

$$\bar{s}^i = \frac{-\rho\sigma_2\bar{\varepsilon}_1^i + \sigma_1\bar{\varepsilon}_2^i}{\sqrt{1 - \rho^2\sigma_1\sigma_2}} \quad (3.10a)$$

$$\bar{t}^i = \frac{\sigma_2\bar{\varepsilon}_1^i - \rho\sigma_1\bar{\varepsilon}_2^i}{\sqrt{1 - \rho^2\sigma_1\sigma_2}} \quad (3.10b)$$

である．対数尤度関数は，

$$\begin{aligned} \ln \mathcal{L}(\bar{\omega}, \zeta) = & \sum_{i=1}^I \bar{\delta}_i \left[\ln \phi \left(\frac{\bar{z}_i - \mathbf{y}_i \boldsymbol{\gamma}'}{\sigma_2} \right) + \ln \left\{ 1 - \Phi \left(\frac{(\sigma_2 - \rho \sigma_1) \bar{z}_i - \sigma_2 \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\beta}' + \rho \sigma_1 \bar{\mathbf{y}}_i \boldsymbol{\gamma}'}{\sqrt{1 - \rho^2} \sigma_1 \sigma_2} \right) \right\} \right] \\ & + \sum_{i=1}^I (1 - \bar{\delta}_i) \left[\ln \phi \left(\frac{\bar{z}_i - \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\beta}'}{\sigma_1} \right) + \ln \left\{ 1 - \Phi \left(\frac{(\sigma_1 - \rho \sigma_2) \bar{z}_i + \rho \sigma_2 \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\beta}' - \sigma_1 \bar{\mathbf{y}}_i \boldsymbol{\gamma}'}{\sqrt{1 - \rho^2} \sigma_1 \sigma_2} \right) \right\} \right] \end{aligned} \quad (3.11)$$

となる．対数尤度関数 (3.11) を最大にするようなパラメータ値 ζ の最尤推定量は，

$$\frac{\partial \ln \{\mathcal{L}(\bar{\omega}, \hat{\zeta})\}}{\partial \zeta_m} = 0, \quad (m = 1, \dots, M + N + 3) \quad (3.12)$$

を同時に満足するようなパラメータ $\hat{\zeta} = (\hat{\boldsymbol{\beta}}, \hat{\boldsymbol{\gamma}}, \hat{\sigma}_1, \hat{\sigma}_2, \hat{\rho})$ として与えられる．対数尤度関数は大域的凹性が保証されないため，複数の極大解を有している．このため，通常のニュートンラフソン法を用いることはできない．そこで，パラメータ ρ, σ_1, σ_2 に関する格子点を定義し，格子点の各点において残りのパラメータ $\boldsymbol{\beta}, \boldsymbol{\gamma}$ に関して対数尤度関数の最大値を求める．その上で，パラメータ ρ, σ_1, σ_2 に関する格子点探索を行い大域的な最大値を求めた．さらに，パラメータの漸近的な共分散行列の推定量 $\hat{\boldsymbol{\Sigma}}(\hat{\zeta})$ は，

$$\hat{\boldsymbol{\Sigma}}(\hat{\zeta}) = \left[\frac{\partial^2 \ln \{\mathcal{L}(\bar{\omega}, \hat{\zeta})\}}{\partial \zeta \partial \zeta'} \right]^{-1} \quad (3.13)$$

と表すことができる．ただし，上式 (3.13) の右辺は $\partial^2 \ln \{\mathcal{L}(\bar{\omega}, \hat{\zeta})\} / \partial \zeta_l \partial \zeta_m$ を (l, m) 要素とする $(M + N + 3) \times (M + N + 3)$ 次の Fisher 情報行列の逆行列である．

3.6 ケーススタディ

3.6.1 データセットの作成

アンケート調査票では，被災世帯の流動性制約の有無を把握するために，

- 質問項目 1 「調達した復旧資金額で被害の復旧を全て賄えたか否か」
- 質問項目 2 「予定復旧資金調達先（資産売却，金融機関からの借入れ，めどが立たない）と調達金額」

という 2 つの質問項目を設けている．このうち，質問項目 1 に対して，「賄えない」と回答した世帯は，流動性制約に直面している．一方，「賄えた」と回答した世帯は，流動性制約に直面していないと考えた．なお，質問項目 1 に対して無回答の世帯のうち，質問項目 2 において「予定調達先のめどが立たない」と回答した世帯も，流動性制約に直面しているサンプルに加えた．いずれの質問項目に対しても無回答，不明回答であるサンプルは，分析対象から除外した．この結果，650 サンプルのうち，流動性制約に直面しているか否か

を定義できるサンプル数は431となる。そのうち、流動性制約に直面しているサンプル数は148(34.3%)となる。

アンケート調査では、表－3. 2に示す調査項目により、家計の属性変数を調査している。これらの属性変数の組み合わせに対して流動性制約モデルを推定した。モデルの推定精度(尤度比, t -値), および符号条件を考慮して、最終的に流動性制約モデルでとりあげる説明変数を決定した。これらの属性変数のうち、被災家計の必要調達額を推定するために用いる説明変数として、1) 一般資産被害額, 2) 被害額流動性比, 3) 保険カバー率が採用された。一般資産被害額は、損失・損壊した資産の再調達価額を表している。一般資産被害額は、家屋被害額と家庭用品被害額の総和を意味する。このうち、家屋被害額に関しては、被災家計の家屋延べ床面積に平成15年兵庫県家屋評価額15.2(万円/㎡)²⁸⁾を乗じることにより家屋価額を算出するとともに、各家屋ごとの浸水深に応じた被害率を乗じて算定した。本実態調査では合計46項目にわたる家庭用品と21項目にわたる農業・畜産関係資産の損失・損壊の状態を調べている。被災家計の家庭用品の損失・損壊実態に基づいて、逸失した家庭用品の再調達価額を算出し、その総和を一般資産被害額とした。2.3で明らかにしたように、家計は損失・損壊した資産のすべてを再調達するわけではない。このため、一般資産被害額と必要調達額が一致する保証はないが、一般資産被害額が大きければ被害額も大きくなり、必要調達額は大きくなる。次に、被害額流動性比（「一般資産被害額」/（「世帯年収」＋「金融資産残高」））は、一般資産被害額と復旧のための流動性資金の比率を表している。流動性資金は、家計が復旧のための自己調達できる流動性の上限值を表しており、被災年度における世帯年収と金融残高で構成される。被害額流動性比が大きくなれば、損壊した資産の中で、復旧できない資産の割合が増加するため、必要調達額が小さくなる。なお、本研究では、家計の金融資産残高を、家計の預金残高と保有する有価証券の時価総額を用いて定義している。最後に、保険カバー率（「保険給付金額」/「一般資産被害額」）は、給付された保険金額が一般資産被害額に占める割合を用いて定義している。高い復旧水準を望む家計ほど保険カバー率は大きくなることが予想される。このため、保険カバー率が大きいほど必要調達額は大きくなる。

一方、調達可能額を推定するために採用した説明変数は1) 金融資産残高, 2) 土地資産価額, 3) 保険金給付額である。家計が保有する金融資産は、復旧のための重要な資金源である。金融資産残高が大きいほど自己資金による復旧資金の調達可能額は大きくなる。また、金融資産残高が大きいほど、金融機関からの借入れも容易になる。つぎに、土地資産価額は宅地資産価額と田畑山林資産価額の和を意味する。家計が保有する宅地面積に基準地価²⁸⁾を乗じることにより宅地価額を算定した。なお、対象地域における基準地価の平均値は3.56(万円/㎡)である。田畑、山林資産価額は、家計が保有する田畑、山林面積に田畑山林価格²⁹⁾を乗じて算定している。なお、調査田畑平均価格は田畑で0.0781(万円/㎡), 用材林地価格 薪炭林地価格で0.0050(万円/㎡)となっている。土地資産は非流動性資産で

あり、水害による物的な被害は発生しない。しかし、土地資産を流動化するためには時間を要する。さらに、対象地域では水害後地価の一時的な下落が発生しており、土地資産の一部を売却し、復旧資金を工面した家計は多くない。むしろ、家計が担保物件となっていない土地資産を保有している場合、土地資産を担保にすることにより、借り入れによる調達可能額を大きくすることができる。このように考えれば、土地資産価額が大きい家計ほど、流動性制約を緩和することが可能である。最後に、保険金給付額は保険により給付された保険金額を表している。保険金給付額が大きいほど調達可能額は大きくなる。

なお、回収されたサンプルにはいくつかの欠損データが含まれているためにデータの補完を行った。金融資産残高の欠損データについては、全サンプルを流動性制約有無、世帯主年齢、世帯年収、家屋築年数により区分し、各区分の平均値により金融資産残高の欠損データを補完した。また、土地資産価額については、全サンプルを自宅延べ床面積別に区分し、各区分の土地資産価額の平均値によりデータを補完した。最後に一般資産被害額については、全サンプルを浸水深、自宅延べ床面積別に区分し、各区分の一般資産被害額の平均値によりデータを補完している。

3.6.2 推定結果

流動性制約モデルの推定結果を表－3. 3に示している。流動性制約モデルでは、調達可能額モデルと必要調達額モデルが同時に推定される。まず、必要調達額モデルでは、説明変数として、一般資産被害額、被害額流動性比、保険カバー率が選択された。住居形態（持ち家または借家ダミー）に関しては有意な結果が得られなかったため、最終的には説明変数から除外した。一般資産被害額は正で有意であり、一般資産被害額が大きいほど必要調達額が増加する。ただし、その係数は1を下回っており、家計は物的資産の被害をすべて復旧する意思があるとはいえない。また、被害額流動性は負で有意であり、年収、金融資産に対して被害額が大きいほど必要調達額が減少する。すなわち、被害額が年収、金融資産に対して大きい場合、復旧の遅れを回避するために復旧水準を低下せざるを得なくなり、必要調達額が減少すると解釈できる。保険カバー率は正で有意であり、保険カバー率が大きいほど必要調達額が大きくなる。これは、保険カバー率の大きい家計ほど、被災前の水準に近い、より高い復旧水準を望むため、必要調達額が大きくなる。

つぎに、調達可能額モデルの推定結果をとりあげよう。調達可能額を説明する変数として、金融資産残高、土地資産価額、保険給付額が選ばれた。世帯年収は有意な説明力を持たないため、最終的に説明変数としては選ばれていない。金融資産残高は正で有意であり、金融資産が多くなるほど調達可能額が増加するという結果を得ている。この結果は、金融資産残高が大きくなるほど、自己資金による調達額が大きくなることと、より多くの借り入れによる調達が可能になるという効果により説明できる。土地資産価額に関する係数は正で有意であり、土地資産を持つほど調達可能額が増加するという結果となっている。土

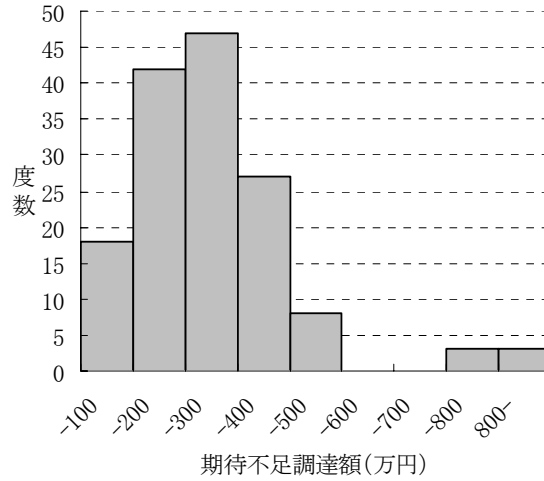
表－３．３ 流動性制約モデルの推定結果

変数	パラメータ		t ー 値
必要調達額モデル			
定数項 (x_0)	β_0	0.924	2.798
一般資産被害額 (x_1)	β_1	0.252	9.616
被害額流動性比 (x_2)	β_2	-0.118	-2.464
保険カバー率 (x_3)	β_3	6.972	14.123
調達可能額モデル			
定数項 (y_0)	γ_0	2.312	5.595
金融資産残高 (y_1)	γ_1	0.284	6.051
土地資産価額 (y_2)	γ_2	0.049	2.232
保険金給付額 (y_3)	γ_3	1.140	10.905
相関係数	ρ	-0.10	—
標準偏差	σ_1	1.90	—
標準偏差	σ_2	2.25	—
初期対数尤度	-1946.030		
対数尤度	-301.685		
自由度調整済み尤度比	0.811		

注）説明変数（調達額，一般資産被害額，金融資産残高，土地資産価額，保険金給付額）の金銭単位は100万円である．なお，標準偏差 σ_1, σ_2 に関しては $\sigma_1 = 0, \sigma_2 = 0$ という帰無仮説が定義できないため t 値が記載されていない．

地資産の大きさは家計の資産的余裕を表す指標となりうる．すなわち，大きな土地資産を保有する家計は，資産的余裕のない家計に比べ，一般資産被害のうち，生活水準の低下をもたらす被害の割合は相対的に小さなものとなる．また，土地資産自体は非流動性資産ではあるが，土地資産は水害による直接的被害を受けない資産である．そのため，土地資産を持つ家計は，土地を担保とした借入れが可能であり，調達可能額も大きくなる．このことは，金融資産，土地資産が，予期せぬ流動性需要に対する保険機能を果たしていることを示唆している．保険金給付額は正で有意であり，保険金給付額が大きいほど調達可能額が増加する．調達可能額モデルにおいて，金融資産残高，土地資産価額が説明変数として選択されたことは特筆すべきだろう．家計は水害や地震，火災やその他の事故等，多様なリスクを抱えている．これらの事態に遭遇する確率は確かに存在するが，これらの事象が同時に生起する確率は極めて小さい．そのために，家計は特定のリスクのみをヘッジする保険に加入するだけでなく，流動性補給機能を持つ金融資産，土地資産を保有することにより，予期せぬリスクによる不可逆な生活水準の低下リスクをヘッジをしている．

なお，以上の推定結果の中で，保険金給付額が説明変数として選択されていることには留保すべき点がある．保険金給付額は，家計が効用最大化行動として選択した結果であり，本来内生変数として取り扱うべき変数である．保険金給付額を説明する外生変数と，本研



図－３． １０ 期待不足調達額の分布 N=197

究で取り上げた説明変数の間に相関関係が存在する場合，推定結果に内生性によるバイアスが発生する可能性がある．内生性バイアスを処理するためには，水害保険に関する需要関数を同時推定する方法が考えられる．このような内生性の問題に関しては，本研究の域を超えており今後の課題としたい．

3.6.3 流動性制約に関する考察

まず，流動性制約に陥っている家計の期待不足調達額を推計しよう．アンケート調査の結果より復旧資金調達額に関する情報が入手可能である．したがって，流動性制約に直面している家計（ $\delta_i = 1$ ）に関しては，復旧資金調達額 $\bar{z}_i$ が調達可能額 L_i に一致する．すなわち，式(3.7b)より，確率誤差項 ε_2^i は確定値 $\bar{\varepsilon}_2^i$ となる．一方，必要調達額モデルに含まれる確率誤差項 ε_1^i の値を確定的に把握できない．しかし，流動性制約に直面しているという事実より，確率誤差項 ε_1^i は条件 $\varepsilon_1^i \geq \bar{\varepsilon}_1^i = \bar{z}_i - \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\beta}'$ を満足する．以上の情報を用いれば，流動性制約に直面する家計 i の不足調達額 $E[G(\bar{\mathbf{x}}_i, \bar{\mathbf{y}}_i : \bar{z}_i)]$ の期待値は，

$$\begin{aligned}
 & E[G(\bar{\mathbf{x}}_i, \bar{\mathbf{y}}_i : \bar{z}_i)] \\
 &= \frac{\int_{\bar{\varepsilon}_1^i}^{\infty} \xi(\bar{\mathbf{x}}_i, \bar{\mathbf{y}}_i, \varepsilon_1^i, \bar{\varepsilon}_2^i) \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i}{\int_{\bar{\varepsilon}_1^i}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i} \\
 &= \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\beta}' - \bar{\mathbf{y}}_i \boldsymbol{\gamma}' - \bar{\varepsilon}_2^i + \frac{\int_{\bar{\varepsilon}_1^i}^{\infty} \varepsilon_1^i \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i}{\int_{\bar{\varepsilon}_1^i}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i} \quad (3.14)
 \end{aligned}$$

と表すことができる．ただし， $\xi(\bar{\mathbf{x}}_i, \bar{\mathbf{y}}_i, \varepsilon_1^i, \bar{\varepsilon}_2^i) = \bar{\mathbf{x}}_i \boldsymbol{\beta}' - \bar{\mathbf{y}}_i \boldsymbol{\gamma}' + \varepsilon_1^i - \bar{\varepsilon}_2^i$ である．アンケート調査において，流動性制約に直面したと回答した世帯のそれぞれに対して，式(3.14)を用いて期待不足調達額を求めた．図－３． １０は，以上で求めた期待不足調達額の分布状況を表す．アンケート回答世帯のうち，流動性制約に直面する世帯の期待不足調達額の平均

値は252万円となる（流動性制約に直面する世帯の世帯年収の平均値は426万円）。流動性制約に直面した世帯の期待不足調達額と、世帯年収の関係を分析した結果、世帯年収の少ない世帯で、期待不足調達額は世帯年収を上回る、またはそれに匹敵することが明らかとなった。このことから、世帯年収の少ない家計では深刻な流動性制約に直面していることが明らかとなった。

水害の規模が変化すれば、流動性被害を被る家計の割合（以下、流動性被害率と呼ぶ）、と被災家計の期待不足調達額は変化する。そこで、一般資産被害額の変化が、流動性被害率、期待不足調達額に及ぼす影響を分析しよう。豊岡水害において流動性制約に陥った家計に関しては、確率誤差項 ε_2^i が確定値 $\bar{\varepsilon}_2^i$ であると考えよう。流動性制約に直面しない家計に関しては確率誤差項 ε_1^i が確定値 $\bar{\varepsilon}_1^i$ であるとする。そこで、アンケート回答世帯集合 Ω を互いに排他的な2つの集合、

$$\Omega_1 = \{i \in \Omega | \bar{\delta}_i = 1\} \quad (3.15a)$$

$$\Omega_2 = \{i \in \Omega | \bar{\delta}_i = 0\} \quad (3.15b)$$

に分割しよう。 Ω_1 は、本水害で流動性制約に直面した家計の集合を、 Ω_2 は、流動性制約に直面しなかった家計の集合を表す。集合 Ω_1 に属する家計に関しては $\bar{\varepsilon}_2^i$ が、集合 Ω_2 に属する家計に関しては $\bar{\varepsilon}_1^i$ が既知である。ここで、必要調達額モデルに含まれる説明変数のうち、(他の説明変数を実測値に固定しながら)一般資産被害額 $\bar{x}_1^i$ 、被害額流動性比 $\bar{x}_2^i$ のみが $\bar{x}_1^i(\kappa) = \kappa \bar{x}_1^i$ 、 $\bar{x}_2^i(\kappa) = \kappa \bar{x}_2^i$ と変化した場合を考えよう。ただし、 κ はパラメータである。また、 $\bar{x}_1^i$ 、 $\bar{x}_2^i$ を新しい数値 $\bar{x}_1^i(\kappa)$ 、 $\bar{x}_2^i(\kappa)$ に置き換えた説明変数ベクトルを $\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)$ と表そう。

まず、属性 $\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i$ を有する家計 i が、今回の水害で流動性制約に直面したケース $i \in \Omega_1$ を考えよう。家計 i は $\kappa = 1$ の場合に流動性制約に直面しているため、 $\kappa > 1$ の場合には、確率1で流動性制約に直面する。一方、 $\kappa < 1$ の場合には、 $\varepsilon_1^i > -\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)\boldsymbol{\beta}' + \bar{\mathbf{y}}_i\boldsymbol{\gamma}' + \bar{\varepsilon}_2^i$ のとき流動性制約に陥る。家計 i が $\kappa = 1$ の場合に流動性制約に陥ることから、 $\varepsilon_1^i > -\bar{\mathbf{x}}_i(1)\boldsymbol{\beta}' + \bar{\mathbf{y}}_i\boldsymbol{\gamma}' + \bar{\varepsilon}_2^i$ が成立している。したがって、 $\kappa (< 1)$ の場合に、家計 $i (i \in \Omega_1)$ が流動性制約に直面する流動性被害率 $\rho^1(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)$ は、家計 i が $i \in \Omega_1$ であることを所与とした条件付き確率として表される。以上を整理して、流動性被害率は、

$$\begin{aligned} & \rho^1(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i) \\ &= \begin{cases} \frac{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa)}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i}{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa=1)}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i} & (\kappa < 1 \text{ の時}) \\ 1 & (\kappa \geq 1 \text{ の時}) \end{cases} \end{aligned} \quad (3.16)$$

と表される。ただし、 $\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa) = \bar{z}_i - \bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)\boldsymbol{\beta}'$ である。一方、属性 $\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i$ を有する家計 i が、今回の水害で流動性制約に陥らなかったケース $i \in \Omega_2$ を考えよう。家計 i は $\kappa = 1$ の場合に流動性制約に陥らなかったため、 $\kappa < 1$ の場合には、流動性制約に陥る確率は0で

ある．一方， $\kappa > 1$ の場合には， $\kappa(> 1)$ の場合に，家計 $i(\in \Omega_1)$ が流動性制約に直面する流動性被害率 $\rho^2(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)$ は，家計 i が $i \in \Omega_2$ であることを所与とした条件付き確率として表される．以上を整理して，

$$\begin{aligned} & \rho^2(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i) \\ &= \begin{cases} 0 & (\kappa \leq 1 \text{ の時}) \\ \frac{\int_{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa=1)}^{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa)} \psi(\varepsilon_2^i | \bar{\varepsilon}_1^i) d\varepsilon_2^i}{\int_{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa=1)}^{\infty} \psi(\varepsilon_2^i | \bar{\varepsilon}_1^i) d\varepsilon_2^i} & (\kappa > 1 \text{ の時}) \end{cases} \end{aligned} \quad (3.17)$$

と表される．ただし， $\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa) = \bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)\boldsymbol{\beta}' - \bar{\mathbf{y}}_i\boldsymbol{\gamma}' + \bar{\varepsilon}_1^i$ である．さらに，属性 $\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i$ を有する家計の中で，流動性制約に陥った家計が調達できない不足調達額 $G(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)$ を，家計の必要調達額 $C(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa))$ と調達可能額 $L(\bar{\mathbf{y}}_i)$ の差を用いて，

$$G(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i) = \max\{C(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)) - L(\bar{\mathbf{y}}_i), 0\} \quad (3.18)$$

と定義しよう．したがって，不足調達額の期待値 $E[G^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)]$ ($i = \Omega_k; k = 1, 2$) は，

$$\begin{aligned} & E[G^1(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)] \\ &= \begin{cases} \frac{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa)}^{\infty} \xi(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i, \bar{\varepsilon}_1^i, \bar{\varepsilon}_2^i) \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i}{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa=1)}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i} & (\kappa < 1 \text{ の時}) \\ \frac{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa=1)}^{\infty} \xi(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i, \bar{\varepsilon}_1^i, \bar{\varepsilon}_2^i) \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i}{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa=1)}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i} & (\kappa \geq 1 \text{ の時}) \end{cases} \\ & \quad (i \in \Omega_1 \text{ の時}) \end{aligned} \quad (3.19)$$

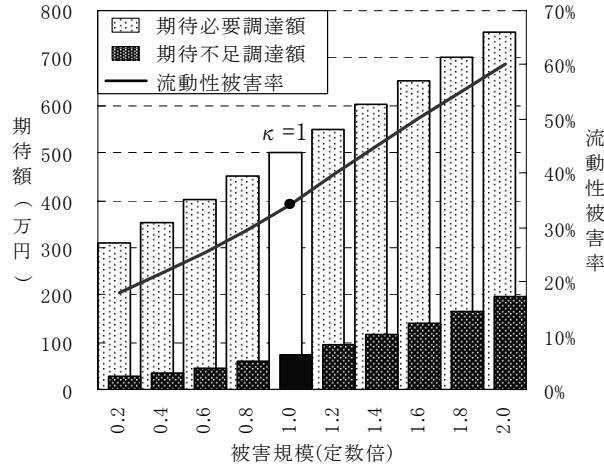
$$\begin{aligned} & E[G^2(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)] \\ &= \begin{cases} 0 & (\kappa \leq 1 \text{ の時}) \\ \frac{\int_{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa=1)}^{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa)} \xi(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i, \bar{\varepsilon}_1^i, \bar{\varepsilon}_2^i) \psi(\varepsilon_2^i | \bar{\varepsilon}_1^i) d\varepsilon_2^i}{\int_{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa=1)}^{\infty} \psi(\varepsilon_2^i | \bar{\varepsilon}_1^i) d\varepsilon_2^i} & (\kappa > 1 \text{ の時}) \end{cases} \\ & \quad (i \in \Omega_2 \text{ の時}) \end{aligned} \quad (3.20)$$

と表すことができる．ただし， $\xi(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i, \bar{\varepsilon}_1^i, \bar{\varepsilon}_2^i) = \bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)\boldsymbol{\beta}' - \bar{\mathbf{y}}_i\boldsymbol{\gamma}' + \bar{\varepsilon}_1^i - \bar{\varepsilon}_2^i$ である．また，属性 $\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i$ を有する家計 i が，調達する必要調達額 $C'(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa))$ を，

$$C'(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)) = \max\{C(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)), 0\} \quad (3.21)$$

と定義しよう．したがって，必要調達額の期待値 $E[C'^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa))]$ ($i = \Omega_k; k = 1, 2$) は，

$$\begin{aligned} & E[C'^1(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa))] \\ &= \frac{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa=1)}^{\infty} C'(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)) \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i}{\int_{\eta_1(\bar{\varepsilon}_2^i: \kappa=1)}^{\infty} \psi(\varepsilon_1^i | \bar{\varepsilon}_2^i) d\varepsilon_1^i} \\ & \quad (i \in \Omega_1 \text{ の時}) \end{aligned} \quad (3.22)$$



図－3. 1 1 流動性被害率と期待不足調達額，期待必要調達額 N=431

$$\begin{aligned}
 & E[C'^2(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa))] \\
 &= \frac{\int_{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa=1)}^{\infty} C'(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa)) \psi(\varepsilon_2^i | \bar{\varepsilon}_1^i) d\varepsilon_2^i}{\int_{\eta_2(\bar{\varepsilon}_1^i: \kappa=1)}^{\infty} \psi(\varepsilon_2^i | \bar{\varepsilon}_1^i) d\varepsilon_2^i} \\
 & \quad (i \in \Omega_2 \text{ の時})
 \end{aligned} \tag{3.23}$$

と表せる．このとき，各家計ごとに， $\rho^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)$ ， $E[G^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)]$ ， $E[C'^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa))]$ を求めることができる．さらに，対象地域で集計化することにより，

$$\rho(\kappa) = I^{-1} \sum_{k=1}^2 \sum_{i \in \Omega_k} \rho^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i) \tag{3.24a}$$

$$E[G(\kappa)] = I^{-1} \sum_{k=1}^2 \sum_{i \in \Omega_k} E[G^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)] \tag{3.24b}$$

$$E[C'(\kappa)] = I^{-1} \sum_{k=1}^2 \sum_{i \in \Omega_k} E[C'^k(\bar{\mathbf{x}}_i(\kappa), \bar{\mathbf{y}}_i)] \tag{3.24c}$$

を求めることができる．ただし， I^{-1} は，集計の対象とした家計数の逆数である．図－3. 1 1は，すべての家計に対して κ が一律に変化した場合を想定し，推計に用いたサンプル (N=431) の平均的な流動性被害率 $\rho(\kappa)$ と期待不足調達額 $E[G(\kappa)]$ ，期待必要調達額 $E[C'(\kappa)]$ を求めた結果を示している． $\kappa = 1$ の場合の流動性被害率は，今回の水害における実態を示している．なお，3.4で言及したように，調達可能額モデルに適用範囲が存在し，被害額の小さい家計の期待不足調達額の推定精度に限界がある．そこで， κ の値に関する感度分析を行う際，被害額が床下浸水による被害に相当する場合，流動性被害は発生しない ($E[G(\kappa)] = 0$) と想定している．

以上では，すべての家計の一般資産被害額を一律に変動させた簡単な感度分析を試みた．しかし，水害規模による流動性被害の実態を詳細に検討するためには，氾濫シミュレーションにより個別世帯の浸水深を推定し，水害規模に応じた一般資産被害額を算定することが

必要となる。その上で、各世帯の期待不足調達額を推計するような方法論の開発が必要である。

3.7 結言

豊岡水害を対象とした実証分析の結果、多くの被災家計が流動性制約に直面し、復旧過程に遅延が発生していることが判明した。その中で、保険金給付を受けた多くの家計では、流動性制約が大幅に緩和されている。一方、保険金の給付だけでは、復旧資金を十分に確保できない家計も存在する。対象地域では、過去に水害が頻繁に起こっており、図－3.3に示したように、多くの世帯が過去に水害を経験している。さらに、行政活動や地域教育活動の実践を通じて、住民の水害に対する認識も高い。それにも関わらず、豊岡水害の復旧過程において、水害保険が果たした役割は限定的である。したがって、今後の地域防災対策を考える上で、水害保険が果たす役割について考察することが必要である。2.1でも言及したように、家計は、疾病、事故、火災等、多様なリスクに直面している。保険は特定のリスクによる金銭的被害をヘッジする手段である。各リスク事象が生起する確率は、少なからず存在するものの、それらのリスク事象がすべて同時に生起する確率は限りなくゼロに近い。したがって、すべての種類のリスクを、個別の保険でヘッジすることは合理的ではない。これに対して、金融資産、土地資産は、すべての種類の金銭的リスクに対処できる保険機能を有している。保険は個別リスクにのみ対応可能であるという点で、リスクヘッジ手段として限界がある。

アンケート調査では、世帯が加入している保険に関する情報も得ている。それによれば、火災保険加入世帯のうち45%の世帯は今回の水害で保険金を給付されている。火災保険において、水害による家屋被害は補償されないことを考慮すれば、この結果は、火災保険加入世帯のうち水害保険を付与している世帯は45%であり、およそ半分程度でしかないことを示している。対象地域における水害リスクは決して小さくはないが、家計にとって最大のリスク要因ではない。さらに、水害保険の料率が高く、水害保険に加入できない世帯も少なからず存在する。豊岡水害のような大規模水害に対しては、治水対策により、水害リスクそのものを軽減することが先決であろう。さらに、世帯が水害リスクのみに直面している環境と他のさまざまなリスクに直面している環境では、水害リスクに対する保険需要は異なる。そのため、保険供給者は、世帯が複数のリスクに直面している中での水害保険の位置づけを検討する必要がある。

豊岡水害では、多くの世帯が復旧資金を速やかに調達できないという流動性被害を被っている。図－2.1に示したように、流動性被害は、流動性制約が存在するために、復旧過程が遅延する被害である。被災後、速やかに復旧資金を金融機関から調達できれば、流動性被害は発生しない。対象地域では、水害後、現地での復旧を断念し、他の地域へ移転した世帯は多くない。しかし、大都市地域で水害が発生した場合、既存の負債契約を完済

するために、所有する土地を売却せざるを得ない世帯も存在しよう。このような場合、流動性制約により、従前の生活パターンを維持することが不可能となり、流動性制約がもたらす被害も甚大となる。このような流動性被害を抑制するためには、被災世帯に対する復旧資金の融資制度を確立することが必要である。

最後に、被災家計がフルカバーの水害保険に加入しない場合、図-2. 1に示したように、被災後において物的資産は従前の水準にまで回復しないことに留意する必要がある。家計は、物的資産の回復も含めて、保有する流動性資産の最適な消費計画を策定する。家計は、流動性資産を物的資産の再調達以外の用途にも利用するため、一般資産被害額と必要調達額との差（回復しなかった物的資産総額）が、生活水準の低下を意味している訳ではない。しかし、流動性制約により、生活水準の低下が発生していることは事実である。1章で言及したとおり、マニュアル⁴⁾では、水害により発生する被害を資産価額の減少額で評価してきた。しかし、本研究で指摘したような流動性制約による長期的生活水準の低下は考慮されていない。以上の問題意識の下、本章、及び次章における被災家計の復旧過程に関する分析結果に基づき、5章において流動性被害を計量化する方法論を提案する。

付録 尤度関数の導出

確率密度関数 $\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i)$ を条件付き確率密度関数 $\psi_2(\varepsilon_2^i | \varepsilon_1^i)$ と確率密度関数 $\psi_1(\varepsilon_1^i)$ を用いて、

$$\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) = \psi_2(\varepsilon_2^i | \varepsilon_1^i) \psi_1(\varepsilon_1^i)$$

と表そう。また、

$$\begin{aligned} \psi_1(\varepsilon_1^i) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp\left\{-\frac{(\varepsilon_1^i)^2}{2\sigma_1^2}\right\} = \phi\left(\frac{\varepsilon_1^i}{\sigma_1}\right) \\ \psi_2(\varepsilon_2^i | \varepsilon_1^i) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_2^2(1-\rho^2)} \left(\varepsilon_2^i - \frac{\rho\sigma_2}{\sigma_1}\varepsilon_1^i\right)^2\right\} \end{aligned}$$

であり、 $\phi(\cdot)$ は標準正規確率密度関数を表す。変数変換、

$$s_i = \frac{\varepsilon_2^i - \frac{\rho\sigma_2}{\sigma_1}\varepsilon_1^i}{\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}}$$

施せば、 $\psi_2(\varepsilon_2^i | \varepsilon_1^i) = \phi(s_i)$ と表せる。したがって、確率密度関数 $\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i)$ は、

$$\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) = \phi\left(\frac{\varepsilon_1^i}{\sigma_1}\right) \phi(s_i) \quad (3.25)$$

と表せる。同様に、

$$\begin{aligned} \psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) &= \psi_1(\varepsilon_1^i | \varepsilon_2^i) \psi_2(\varepsilon_2^i) \\ \psi_2(\varepsilon_2^i) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} \exp\left\{-\frac{(\varepsilon_2^i)^2}{2\sigma_2^2}\right\} = \phi\left(\frac{\varepsilon_2^i}{\sigma_2}\right) \end{aligned}$$

$$\psi_1(\varepsilon_1^i|\varepsilon_2^i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1\sqrt{1-\rho^2}} \exp\left\{-\frac{1}{2\sigma_1^2(1-\rho^2)}\left(\varepsilon_1^i - \frac{\rho\sigma_1}{\sigma_2}\varepsilon_2^i\right)^2\right\} = \phi(t_i)$$

$$t_i = \frac{\varepsilon_1^i - \frac{\rho\sigma_1}{\sigma_2}\varepsilon_2^i}{\sigma_1\sqrt{1-\rho^2}}$$

を得る．したがって，確率密度関数 $\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i)$ は，

$$\psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) = \phi\left(\frac{\varepsilon_2^i}{\sigma_2}\right) \phi(t_i) \quad (3.26)$$

と表せる．式(3.6)に式(3.25),(3.26)を代入すれば次式を得る．

$$\begin{aligned} \mathcal{L} &= \prod_{i=1}^I \left\{ \int_{\bar{t}^i}^{\infty} \phi\left(\frac{\bar{\varepsilon}_2^i}{\sigma_2}\right) \phi(t) dt \right\}^{\delta_i} \prod_{i=1}^I \left\{ \int_{\bar{s}^i}^{\infty} \phi\left(\frac{\bar{\varepsilon}_1^i}{\sigma_1}\right) \phi(s) ds \right\}^{1-\delta_i} \\ &= \prod_{i=1}^I \left[\{1 - \Phi(\bar{t}^i)\} \phi\left(\frac{\bar{\varepsilon}_2^i}{\sigma_2}\right) \right]^{\delta_i} \prod_{i=1}^I \left[\{1 - \Phi(\bar{s}^i)\} \phi\left(\frac{\bar{\varepsilon}_1^i}{\sigma_1}\right) \right]^{1-\delta_i} \end{aligned} \quad (3.27)$$

4 復旧過程モデル

4.1 緒言

本章では、水害被災時の家計の流動性制約が、復旧過程に及ぼす影響を分析する。平成16年台風23号に発生した豊岡水害に関するアンケートパネル調査（2年間3時点）結果に基づき、家計の復旧過程を分析する。その際に、各家計の属性を考慮した上で、復旧度情報を用いて復旧過程をハザードモデルにより表現するとともに、推定されたハザードモデルに基づいて家計の復旧過程のマルコフ推移確率を推定し、復旧完了までの家計の復旧過程を表現する。その上で、流動性制約が家計の物的資産復旧過程に及ぼす影響を分析する³⁰⁾。以下、4.2で本研究の基本的な考え方を説明する。4.3で復旧過程モデルを定式化し、4.4でモデルの推定方法を示し、4.5で豊岡水害を対象とした実証分析の結果について述べる。

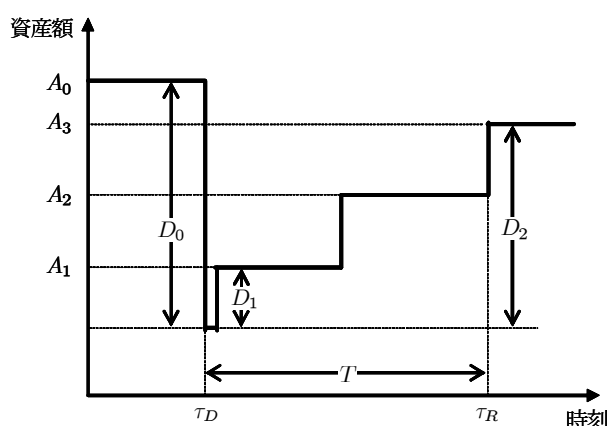
4.2 本研究の基本的な考え方

災害により被災した家計の復旧過程について分析した研究事例はいくつか存在する³¹⁾。しかし、災害被災後の家計の流動性制約の有無による影響を考慮し、家計の復旧過程を推計した研究は、筆者の知る限り見当たらない。本研究では、家計の復旧過程の異質性を考慮し、家計の災害からの復旧過程をマルコフ推移確率モデルを用いて表現する。その際、津田等³²⁾が提案した多段階指数ハザードモデルを適用し、復旧の進展により復旧度が逐次推移していくという推移関係を、隣接する2つの復旧度間での推移過程を表すハザードモデル^{24),33)}を合成することにより表現する。その上で、推定したハザードモデルに基づいて、復旧による復旧度の推移過程を表すマルコフ推移確率を推定し、家計の復旧過程を表現するという2段階の推定方法を適用する。被災した家計の復旧過程はそれぞれの家計属性によって多様に異なる。多段階指数ハザードモデルを用いれば、個々の家計の確率的復旧過程を表すマルコフ推移確率を非集計的に推計することが可能である。さらに、それらを用いて分析対象とする地域全体の平均的復旧過程をマルコフ推移確率により表現できるという利点がある。このような多段階指数ハザードモデルを用いたマルコフ推移確率モデルを用いることにより、家計の流動性制約の有無が個々の家計の復旧過程に及ぼす影響を分析することが可能となる。

4.3 復旧過程モデルの定式化

4.3.1 マルコフ推移確率

家計の復旧過程を推定するためには、家計の復旧度に関する時系列データを蓄積することが必要となる。いま、家計の復旧度の時間的推移が図-4.1に示すように与えられたとする。同図では、時刻 τ_D で被災直後から復旧が始まる状況が示されている。家計の復旧



復旧度	復旧度3段階判断基準
1	浸水被害時の状況からほとんど変化なし，または，生活に不自由を強いられている．
2	当面調達可能な資金を用いて復旧したが，計画通りの水準には戻っていない．
3	当初想定した復旧水準まで戻っている．

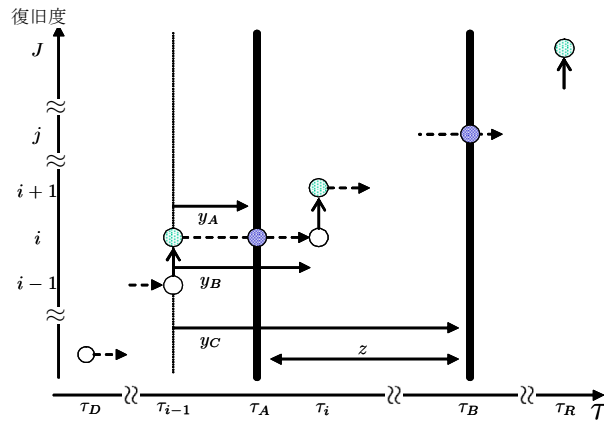
注) 上図において，資産水準が A_1 にある状態が復旧度1に， A_2 が復旧度2に， A_3 が復旧度3に該当する．

図－4. 1 物的資産復旧過程

過程を J 個の復旧度を用いて表現する．家計の復旧度を状態変数 i ($i = 1, \dots, J$) を用いて表す．復旧がまったく進展していない状態を $i = 1$ で表し，状態変数 i の値が大きくなるほど，復旧が進展していることを表す． $i = J$ の場合，当該の家計が復旧完了していることを表す．図－4. 1 には，実証分析で用いた復旧度の定義を示している．当然のことながら，家計によって被災前の家財・家屋の蓄積水準が異なったり，被災状態，復旧水準が異なる．したがって，復旧度は家計ごとに，被災水準と回復水準の相対的な関係として定義される．

本研究では，家計の復旧過程のマルコフ性を仮定する．マルコフ性の仮定は，多段階指数ハザードモデルにおいて，ハザード率が災害後経過時間に関して線形関数となることを意味している．多くの家計が給与所得等の流動性を復旧資金の原資としていることを考えれば，マルコフ性の仮定は一定の妥当性を有していると考えられる．2つの時刻間における家計の復旧度の推移状態をマルコフ推移確率で表現する．マルコフ推移確率は任意の時間間隔に対して定義することができる．いま，ある家計の復旧過程を図－4. 2 のように模式化する．時刻 τ_A ，時刻 τ_B は調査時刻を表す．時刻 τ_A で観測した当該家計の復旧度を状態変数 $h(\tau_A)$ を用いて表す．マルコフ推移確率は，時刻 τ_A で観測された復旧度 $h(\tau_A) = i$ を与件とし，将来時点（たとえば τ_B ）において復旧度 $h(\tau_B) = j$ が生起する条件付推移確率として定義される．すなわち，

$$\text{Prob}[h(\tau_B) = j | h(\tau_A) = i] = \pi_{ij} \quad (4.1)$$



図－4. 2 復旧過程のモデル化

と表せるマルコフ推移確率は所与の2時点 τ_A , τ_B の間において生じる復旧度間の推移確率を示しており，当然のことながら，対象とする時間間隔が異なれば推移確率の値は異なる．時間の経過とともに復旧が進展するので， $\pi_{ij} = 0$ ($i > j$) が成立する．また，推移確率の定義より $\sum_{j=1}^J \pi_{ij} = 1$ が成立する．すなわち，マルコフ推移確率に関して

$$\left. \begin{aligned} \pi_{ij} &\geq 0 \quad (i \leq j \text{ のとき}) \\ \pi_{ij} &= 0 \quad (i > j \text{ のとき}) \\ \sum_{j=1}^J \pi_{ij} &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (4.2)$$

が成立しなければならない．状態 J は復旧が完了した状態を表し，マルコフ連鎖における吸収状態となる．つまり， $\pi_{JJ} = 1$ が成立する．

なお，マルコフ推移確率は過去の復旧履歴とは独立して定義されるため，調査時点 τ_A より遡って，どの時刻に復旧度が $i-1$ から i に推移したかは判からない．しかし，マルコフ推移確率モデルでは，復旧度が $i-1$ から i に推移した時刻に関わらず，調査時刻 τ_A から調査時刻 τ_B の間に推移する確率は時刻 τ_A における復旧度のみに依存するという性質（マルコフ性）を満足すると仮定する．

4.3.2 指数ハザードモデルの定式化

本研究では，家計の復旧過程をマルコフ推移確率により表現する．マルコフ推移確率を個別家計の復旧過程を多段階指数ハザードモデルを用いて表現する．多段階指数ハザードモデルの詳細に関しては，参考文献³²⁾を参照して欲しい．家計の復旧過程に関する実態調査により，被災後のある特定時点における家財の復旧度と，家計属性等，個々の被災家計に特有な非集計データを獲得できたと考える．本研究では，家計の復旧過程の推定にあたり，1) 対象とするサンプルが有する個別情報に基づいて多段階指数ハザードモデルを推定し，2) その結果を用いてマルコフ推移確率を推定するという2段階の推定方法を用いる．

多段階指数ハザードモデルは、個々の家計の復旧過程を表現することを目的としており、ハザードモデルで求めたマルコフ推移確率を非集計マルコフ推移確率と呼ぶこととする。

家計の復旧過程を図-4. 2に従いモデル化しよう。時刻 τ_{i-1} において、復旧度が $i-1$ から i に推移したと考える。ここで、時刻 τ_{i-1} を初期時点 $y_i = 0$ とする時間軸（以下、サンプル時間軸と呼ぶ）を導入する。サンプル時間軸上の時刻を以下「時点」と呼ぶ。時点 y_A において復旧度が i である家計について、復旧度 $i+1$ に移動する事象が生じる時点 y_B が確率的であるようなハザードモデルを考える。この場合、調査間隔 $z(=y_C - y_A)$ に関する情報を用いれば、復旧度が推移したサンプル時点 y_B に関する情報を用いなくても、多段階指数ハザードモデルが推定可能である。

家計の復旧過程がマルコフ性を満足するとき、ハザード関数 $\lambda_i(y_i)$ は時点 y_i に依存せず、常に一定値 $\theta_i > 0$ をとると仮定する。すなわち、

$$\lambda_i(y_i) = \theta_i \quad (4.3)$$

が成立する。指数ハザード関数(4.3)を用いることにより、家計の復旧過程が過去の履歴に依存しないというマルコフ性を表現することが可能となる。さらに、 $\theta_i \neq \theta_j$ ($i \neq j$)を仮定する。ハザード関数 $\lambda_i(y_i) = \theta_i$ を用いれば、復旧度 i の期間が y_i 以上となる確率 $\tilde{F}_i(y_i)$ は

$$\begin{aligned} \tilde{F}_i(y_i) &= \exp \left[- \int_0^{y_i} \lambda_i(u) du \right] \\ &= \exp(-\theta_i y_i) \end{aligned} \quad (4.4)$$

と表され、指数ハザードモデルが得られる。

4.3.3 マルコフ推移確率の導出

以上の前提条件の下、指数ハザードモデルを合成することにより、マルコフ推移確率を導出することができる（導出過程は津田等³²⁾を参照）。

$$\pi_{ii} = \exp(-\theta_i z) \quad (4.5)$$

$$\pi_{ii+1} = \frac{\theta_i}{\theta_i - \theta_{i+1}} \{ -\exp(-\theta_i z) + \exp(-\theta_{i+1} z) \} \quad (4.6)$$

$$\pi_{ij} = \sum_{k=i}^j \prod_{m=i}^{k-1} \frac{\theta_m}{\theta_m - \theta_k} \prod_{m=k}^{j-1} \frac{\theta_m}{\theta_{m+1} - \theta_k} \exp(-\theta_k z) \quad (j = i, \dots, J) \quad (4.7)$$

$$\pi_{iJ} = 1 - \sum_{j=i}^{J-1} \pi_{ij} \quad (4.8)$$

ただし、表記上の規則として、

$$\begin{cases} \prod_{m=i}^{k-1} \frac{\theta_m}{\theta_m - \theta_k} = 1 & (k = i \text{ の時}) \\ \prod_{m=k}^{j-1} \frac{\theta_m}{\theta_{m+1} - \theta_k} = 1 & (k = j \text{ の時}) \end{cases}$$

が成立すると考える．ここで，調査間隔 z に依存するマルコフ推移確率を $\pi_{ij}(z)$ ，マルコフ推移確率行列を $\Pi(z)$ と表す．導出した推移確率 (4.5)-(4.8) は時間的整合性条件

$$\Pi(nz) = \{\Pi(z)\}^n \quad (4.9)$$

を満足することが示されている．ただし， n は整数であり，マルコフ推移確率行列 $\Pi(z)$ と $\Pi(nz)$ は，同一の復旧現象を異なる時間間隔に対して記述したものである．

4.4 復旧過程モデルの推定方法

4.4.1 マルコフ推移確率の推定方法

被災家計を対象としたパネル調査により，家計数 K の復旧の過程に関するデータが得られたとする．すなわち，調査サンプル k ($k = 1, \dots, K$) には，異なる時刻 τ_s^k ($s = 0, \dots, I$) に調査された復旧度 $h(\tau_s^k)$ に関する情報が記述されている． τ_0 は被災時点を表す．サンプルにより，調査間隔が異なっても差し支えない．以上の調査データに基づいて，家計 k の調査間隔を $z_s^k = \tau_s^k - \tau_{s-1}^k$ と定義する．さらに，2つの調査時刻における復旧推移パターン情報に基づいて，ダミー変数 δ_{ij}^{sk} ($i, j = 1, \dots, J; s = 1, \dots, I; k = 1, \dots, K$) を

$$\delta_{ij}^{sk} = \begin{cases} 1 & h(\tau_{s-1}^k) = i, h(\tau_s^k) = j \text{ の時} \\ 0 & \text{それ以外の時} \end{cases} \quad (4.10)$$

と定義する．さらに，家計の復旧速度に影響を及ぼす，家計の属性を表す特性ベクトルを $\mathbf{x}^k = (x_1^k, \dots, x_M^k)$ と表す．ただし， x_m^k ($m = 1, \dots, M$) は家計サンプル k の m 番目の特性変数の観測値を表す．パネル調査スキームの下で得られる調査サンプル k が有する情報は $\Xi^k = (\delta_{ij}^{sk}, z_s^k, \mathbf{x}^k : s = 1, \dots, I)$ として整理できる．一方，調査サンプル k ($k = 1, \dots, K$) の復旧過程を指数ハザード関数

$$\lambda_i^k(y_i^k) = \theta_i^k \quad (i = 1, \dots, J-1)$$

を用いて表現する．復旧度 J はマルコフ連鎖の吸収状態であり $\pi_{JJ} = 1$ が成立するためハザード率は定義されない．家計の復旧過程を特徴づけるハザード率 θ_i^k ($i = 1, \dots, J-1; k = 1, \dots, K$) は家計の特性ベクトルに依存して変化すると考え，ハザード率 θ_i^k を特性ベクトル $\mathbf{x}^k$ を用いて

$$\theta_i^k = \mathbf{x}^k \boldsymbol{\beta}_i' \quad (4.11)$$

と表す．ただし， $\boldsymbol{\beta}_i = (\beta_{i,1}, \dots, \beta_{i,M})$ は未知パラメータ $\beta_{i,m}$ ($m = 1, \dots, M$) による行ベクトルである．記号「 $\prime$ 」は転置操作を表す．マルコフ推移確率の推定手順の第1段階では，調査サンプル情報 Ξ^k ($k = 1, \dots, K$) に基づいて指数ハザード関数 $\lambda_i^k(y_i^k) = \theta_i^k$ を推定する．ついで，第2段階において，推定した指数ハザード関数を用いてマルコフ推移確率を推定

する．なお，指数ハザードモデルを用いれば，復旧期間に関する情報を入手できる．すなわち，当該復旧度にはじめて到達した時点から，復旧が進展して次の復旧度に進むまでの期待期間長（以下，期待復旧度継続期間と呼ぶ）は，生存関数 $\tilde{F}_i(y_i^k)$ を用いて

$$RMD_i^k = \int_0^\infty \tilde{F}_i(y_i^k) dy_i^k \quad (4.12)$$

と表される³³⁾．ここで，指数ハザード関数を用いた生存関数 $\tilde{F}_i(y_i^k)$ が式(4.4)で表されることに留意すれば，期待復旧度継続期間は

$$RMD_i^k = \int_0^\infty \exp(-\theta_i^k y_i^k) dy_i^k = \frac{1}{\theta_i^k} \quad (4.13)$$

と表される．

4.4.2 ハザードモデルの推定方法

調査サンプル k に関して獲得できる情報は $\Xi^k = (\bar{\delta}_{ij}^{sk}, \bar{z}_s^k, \bar{\mathbf{x}}^k : s = 1, \dots, I)$ である．記号「 $\bar{}$ 」は実測値であることを示す．マルコフ推移確率は指数ハザード関数を用いて式(4.5)-(4.8)のように表すことができる．マルコフ推移確率には各復旧度におけるハザード率 θ_i^k ($i = 1, \dots, J-1; k = 1, \dots, K$)が含まれるが，ハザード率は家計の特性ベクトル $\bar{\mathbf{x}}^k$ を用いて式(4.11)で表現できる．また，復旧推移確率はデータが観察された調査間隔 $\bar{z}_s^k$ にも依存する．このことを明示的に表すため推移確率 π_{ij} をアンケート調査による実測データ $(\bar{z}_s^k, \bar{\mathbf{x}}^k)$ と未知パラメータ $\boldsymbol{\beta} = (\boldsymbol{\beta}_1, \dots, \boldsymbol{\beta}_{J-1})$ の関数として $\pi_{ij}(\bar{z}_s^k, \bar{\mathbf{x}}^k : \boldsymbol{\beta})$ と表す．いま， K 個の家計の復旧現象が互いに独立であると仮定すれば，全調査サンプルの復旧推移パターンの同時生起確率密度を表す対数尤度関数を

$$\begin{aligned} \ln[\mathcal{L}(\boldsymbol{\beta})] &= \ln \left[\prod_{i=1}^{J-1} \prod_{j=i}^J \prod_{k=1}^K \prod_{s=1}^I \left\{ \pi_{ij}(\bar{z}_s^k, \bar{\mathbf{x}}^k : \boldsymbol{\beta}) \right\}^{\bar{\delta}_{ij}^{sk}} \right] \\ &= \sum_{i=1}^{J-1} \sum_{j=i}^J \sum_{k=1}^K \sum_{s=1}^I \bar{\delta}_{ij}^{sk} \ln [\pi_{ij}(\bar{z}_s^k, \bar{\mathbf{x}}^k : \boldsymbol{\beta})] \end{aligned} \quad (4.14)$$

と表わせる．調査データ $\bar{\delta}_{ij}^{sk}, \bar{z}_s^k, \bar{\mathbf{x}}^k$ はすべて確定値であり，対数尤度関数は未知パラメータ $\boldsymbol{\beta}$ の関数である．ここで，対数尤度関数(4.14)を最大にするパラメータ値 $\boldsymbol{\beta}$ の最尤推定値は

$$\frac{\partial \ln[\mathcal{L}(\hat{\boldsymbol{\beta}})]}{\partial \beta_{i,m}} = 0 \quad (i = 1, \dots, J-1; m = 1, \dots, M) \quad (4.15)$$

を同時に満足する $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\hat{\beta}_{1,1}, \dots, \hat{\beta}_{J-1,M})$ として与えられる．最適化条件は $(J-1)M$ 次の連立非線形方程式であり，局所最適に陥らないよう初期値を網羅的に変化させることで，Newton法を基本とする逐次反復法³⁴⁾を用いて解くことができる．さらに，パラメータの漸近的な共分散行列の推定値 $\hat{\boldsymbol{\Sigma}}(\hat{\boldsymbol{\beta}})$ は，

$$\hat{\boldsymbol{\Sigma}}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \left[\frac{\partial^2 \ln\{\mathcal{L}(\hat{\boldsymbol{\beta}})\}}{\partial \boldsymbol{\beta} \partial \boldsymbol{\beta}'} \right]^{-1} \quad (4.16)$$

と表すことができる．ただし，上式の右辺の逆行列は $\partial^2 \ln\{\mathcal{L}(\hat{\beta})\}/\partial\beta_{i,m}\partial\beta_{i',m'}$ を要素とする $(J-1)M \times (J-1)M$ 次のFisher情報行列の逆行列である．

4.4.3 マルコフ推移確率の平均化操作

本研究ではハザード率 θ_i^k ($k = 1, \dots, K$)に着目した平均化操作を用いる．いま，対象とする家計母集団における家計属性の分布関数を $\Gamma(\mathbf{x})$ と表す．この時，母集団におけるハザード率の期待値 $E[\theta_i]$ は

$$E[\theta_i] = \int_{\Theta} \mathbf{x} \beta'_i d\Gamma(\mathbf{x}) \quad (4.17)$$

と表せる． Θ はサンプル母集団を表す．マルコフ推移確率を指数ハザード関数(4.5)-(4.8)で推定する場合，個々のサンプルごとに定義できるハザード率 θ_i^k ($i = 1, \dots, J-1; k = 1, \dots, K$)を用いて定義されるマルコフ推移確率行列は時間的整合性条件を満足する．したがって，平均化操作(4.17)を用いて推定したマルコフ推移確率行列も時間的整合性条件を満足する．

4.5 ケーススタディ

4.5.1 データセットの作成

アンケート調査結果に基づいて図-4. 1に示した3段階復旧度を定義する．なお，同一家計で家屋と家財の復旧状況が異なる場合には，復旧が遅れている状態に着目して当該家計の復旧度を定義した．その結果，各家計ごとに復旧状態を復旧度3～復旧度1という3つの復旧度を用いて評価する．さらに，3回のアンケート調査結果から得られた復旧履歴データを用いて多段階指数ハザード関数のパラメータを推定した．家計属性を表す特性変数 $\mathbf{x}^k$ として，データの利用可能性を考慮して $x_1^k = 1$ ：定数項， x_2^k ：第1回調査時点における流動性制約の有無を示すダミー変数（有のとき1，無のとき0）， x_3^k ：被害額流動性比を採用した．ここで，第1回調査時点における流動性制約の有無を示すダミー変数は，被災後約5ヵ月後に実施した第1回調査の時点で家計が流動性制約に直面しているかどうかを表している．すなわち，第1回調査時点で，「復旧資金を賄えたかどうか」という質問に対し，「賄えた」と回答した家計は流動性制約に直面しておらず，「賄えなかった」と回答した家計は流動性制約に直面していると判断した．この定義により，第1回調査時点で約33%の家計が流動性制約に直面していたことが判明している．被害額流動性比は，一般資産被害額／（世帯年収＋金融資産残高）で定義され，一般資産被害額と復旧のための流動性資金の比率を表している．流動性資金は，家計が復旧のための自己調達できる流動性の上限値を表しており，被災年度の世帯年収と金融資産残高で構成される．被害額流動性比が大きくなれば，損壊した資産の中で，復旧できない資産の割合が増加するため復旧が遅延する．2つの調査時点におけるデータが完備している合計532個のサンプルデータを用

表－４．２ 指数ハザードモデルの推定結果

復旧度	定数項	流動性制約有無	被害額流動性比
	$\beta_{i,1}$	$\beta_{i,2}$	$\beta_{i,3}$
1	2.133 (9.335)	-0.688 (-2.303)	— —
2	0.456 (9.081)	-0.250 (-4.226)	-0.615 (-2.039)

注) 括弧内は t -値を表す。

いて多段階指数ハザードモデルを推定した。なお、特性変数である被害額流動性比については、対象とする523個のサンプル中の最大値を用いて規格化している。

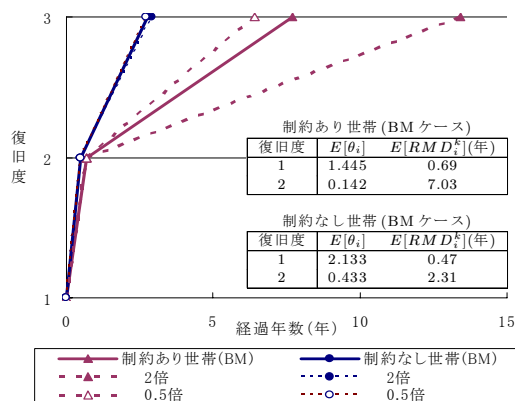
4.5.2 推定結果

上記のデータセットに基づいて、多段階指数ハザードモデルを推定した。当初、 $\beta_{i,1}, \beta_{i,2}, \beta_{i,3}$ ($i = 1, 2$) という、合計6個のパラメータすべてを用いて指数ハザードモデルを推定したが、符号条件や t -値が低いパラメータが存在した。そのため、説明変数 x_2^k, x_3^k の有無を変更した組み合わせのそれぞれに対して多段階指数ハザードモデルを推定した。その中で、符号条件を満足し、かつ説明変数の説明力に関する仮説を有意水準5%の t -検定で棄却されないような説明変数の組み合わせを抽出し、対数尤度(4.14)がもっとも大きくなるような説明変数の組み合わせを選択した。表－４．２には以上の手順で推定した指数ハザードモデルのパラメータの最尤推定値 $\hat{\beta}$ を示している。同表には各説明変数の t -値を示している。

流動性制約の有無を示すダミー変数に対するパラメータは負の値を示しており、流動性制約を受けた家計は受けなかった家計に比して、物的資産の回復に時間を要することを示している。なお、流動性制約を受けなかった家計は、復旧過程の次の段階である復興過程にあるものと考えることができる。すなわち、流動性制約を受けない家計の物的資産回復過程は復旧遅延を意味しない。被害額流動性比については負で有意であることから、被害額が世帯年収、金融資産に対して大きい場合には、復旧資金に充当する当面の流動性資金が不足するために、復旧が完了するまでに時間を要すると解釈できる。推定した多段階指数ハザードモデルを用いてマルコフ推移確率行列を求めることができる。本研究で提案した方法論に基づけば、各サンプルごとにマルコフ推移確率行列を求めることができる。このようにして推定したマルコフ推移確率行列は膨大な量に及ぶため、第1回調査時点の流動性制約有無世帯別に、4.4.3で議論した平均化操作により求めたマルコフ推移確率行列を表－４．３に示す。

表－4. 3 推定結果（推移確率行列； $z = 1$ ）

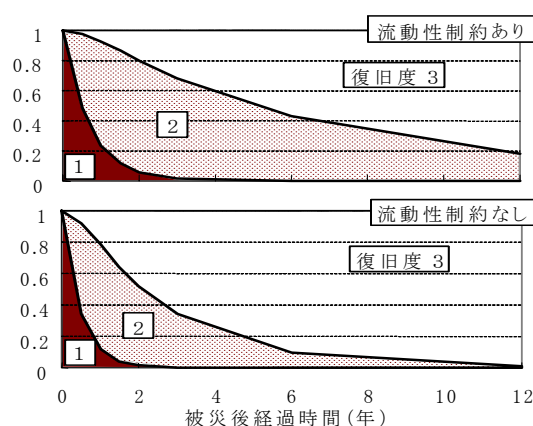
流動性制約直面家計				流動性制約がない家計		
復旧度	1	2	3	1	2	3
1	0.236	0.701	0.064	0.118	0.665	0.216
2	0	0.868	0.132	0	0.649	0.351
3	0	0	1	0	0	1



図－4. 3 復旧期待値パス

4.5.3 復旧過程に関する考察

マルコフ推移確率行列を用いて、平均的な復旧の進展を表す復旧期待値パスを定義できる。期待値パスは、ある復旧度から期待復旧度継続期間 RMD_i^k が経過すると次の復旧度に推移するように、家計の平均的な復旧の進展過程を描いたグラフを意味する。図－4. 3 には、流動性制約に直面する家計の被害額流動性比をサンプル平均 3.81 に設定したベンチマークケース（以下、BM ケースと表す）、及び流動性制約に直面しない家計の被害額流動性比をサンプル平均の 1.32 に設定した BM ケースにおける復旧期待値パスを示している。同図には、流動性制約に直面する家計とそうでない家計のそれぞれに対して、期待ハザード率 $E[\theta_i]$ 、及び式 (4.13) より求めた家計の期待復旧度継続期間 $E[RMD_i^k]$ を求めた結果を示している。流動性制約の有無に関わらず、被災後 1 年以内に復旧度が 1 から 2 へ回復している。しかし、復旧度が 3 にまで回復するのに、流動性制約が存在しない家計では約 2 年を有している。一方、流動性制約が存在する場合には、約 7 年も必要となる予測結果が得られている。流動性制約の有無により、完全復旧までの期間の期待値が約 5 年もの差が生じる可能性がある。この間、家計が低レベルの資産水準を余儀なくされたことによる逸失効用は無視できないことが分かる。図－4. 3 には、BM ケースに対して被害額流動性比を 2 倍、0.5 倍にした場合の復旧期待値パスも示している。同図に示すように、流動性制約に直面しない家計では、被害額流動性比の変化は復旧期間にほとんど影響を与えていない。一方、流動性制約に直面した家計では、被害額流動性比の変化が復旧期間に大きく影



図－4. 4 復旧度分布の経年変化

響を与えており、流動性資金不足により復旧が大きく遅延する状況を理解できる。図－4. 4は、被災後の経年的な家計の復旧度分布を表している。時間が経過するにつれて、復旧が完了した復旧度3の家計が示す割合が増加する。しかし、流動性制約に直面した家計については長期的に復旧度2に留まる割合が多いことが分かる。

4.6 結言

本研究では、被災家計の復旧過程のマルコフ性を仮定し、家計の復旧状態を複数の復旧度で離散的に表現し、復旧度間の推移過程を多段階指数ハザードモデルにより表現した。その上で、被災家計の復旧過程をマルコフ推移確率モデルを用いて表現した。本研究で示した方法論を用いれば、家計属性が各復旧度の継続時間に及ぼす影響を分析でき、家計の物的資産復旧過程を推計できる。

分析結果から、家計が被災後の流動性制約の有無により、完全復旧までに要する時間に大きな差異が生じることが判明した。家計が復旧資金を調達できない場合には、融資を受けることが可能になるまでの潜在的な流動性資金の蓄積までの時間を余儀なくされる。そのため、融資を受けることができた場合には獲得できた資産からの便益を享受できないという逸失便益の損失が生じる。豊岡水害を対象とした実証分析により、復旧過程の遅延により多くの家計が長期間にわたって生活上の不便を強いられていることが判明した。復旧過程の遅れは、結果的に被災による経済損失の拡大につながる。通常、家計が直面するリスクに対しては、保険や流動性資金の確保により対応することになるが、保険料率が高いことや特に流動性資金が必要となるライフステージにある家計については、リスクを完全にヘッジするには限界がある。そのため、被災家計の流動性制約の緩和を目的とした復旧資金に対する融資制度の確立を急ぐ必要がある。

次章では、流動性被害評価方法の実用化にむけた検討と位置づけ、本章と3章で示した方法論を拡張し、現行の治水経済評価の高度化に資する流動性被害評価方法論を構築する。

5 流動性被害の評価

5.1 緒言

本論文では3, 4における水害被災時の家計の流動性制約, 復旧過程に関する実証分析を通じ, 水害被災家計が甚大な流動性被害を受けていることを指摘した。このことを踏まえれば, 家計が被災直後に大規模な復旧資金を十分調達でき, 被災した資産を瞬時に復元できるとするマニュアルの想定は, 現実を十分反映しているとは言い難い。しかし, この想定を設定せざるを得なかった背景には, 流動性被害を評価する方法論が確立されていなかったという問題がある。

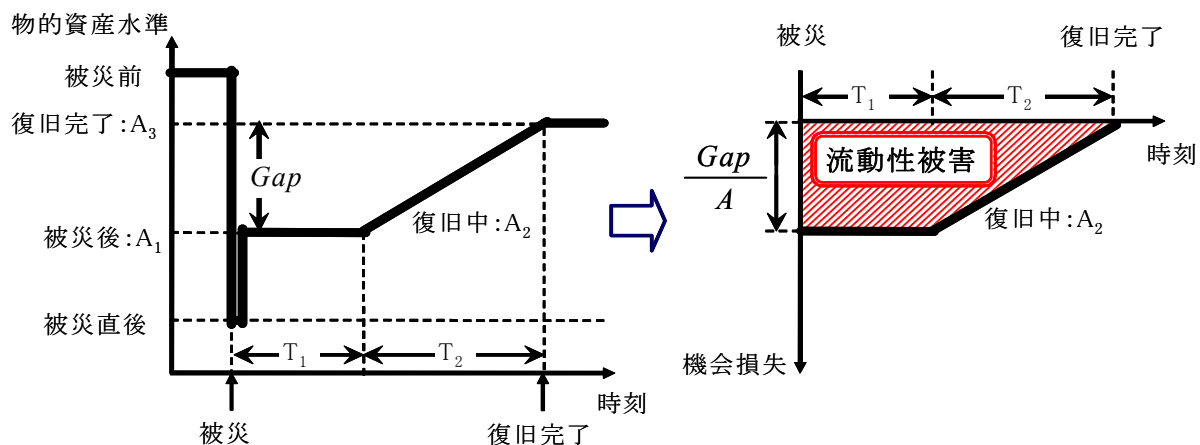
本章では, まずアンケートデータに基づく実証分析を通じ, 水害被災家計の流動性被害の実態を明らかにする。その上で, 流動性被害評価方法の実用化にむけた検討と位置づけ, 現行の治水経済評価方法の高度化に資する, 流動性被害の評価方法論を構築する。その際に, 評価方法の任意地域における適用可能性を考慮し, 氾濫解析結果, 及び統計データを用いて流動性被害額を近似的に計量する方法を提案する。

以下, 5.2で, 本研究の基本的考え方を示す。5.3で, アンケートデータに基づき流動性被害を計量し, 流動性被害の実態を実証的に分析する。5.4で, データの入手可能性, および任意地域における適用可能性を考慮し, 統計データに基づき流動性被害額を近似的に計量する一連の方法を示す。5.5で, 5.4において示した方法を適用した結果を示した上で, 流動性被害の近似的計量方法の推計精度に関する考察を加える。

5.2 本研究の基本的考え方

横松等³⁵⁾は, 流動性制約下における家計の家財復旧行動をモデル化し, 災害による家計の流動性被害を理論的に分析している。その中で, 家計を所得階層別に分類した上で, 家計の流動性被害を, 流動性制約の程度による厚生水準差の比較を通じて定義している。その結果, 災害による家計の被害額の期待値は, 家計が流動性制約に直面しない場合は損失資産の再調達価格で評価される期待被害額のみであるが, 流動性制約に直面する場合は期待被害額に加え流動性被害が生じることを理論的に示している。すなわち, 家計の流動性被害として, 家財の復旧水準が最適水準を下回ることにより発生する消費者余剰の損失(部分復旧被害と呼ぶ)と, 家財の部分復旧が遅延することにより発生する厚生損失(復旧遅延被害と呼ぶ)が生じること示している。

本研究では, 横松等³⁵⁾による流動性被害の定義に準じ, 家計の流動性被害を計量する。ただし, 横松等³⁵⁾が指摘するとおり, 部分復旧被害は効用レベルで発生する被害であり, 復旧遅延被害は効用レベル, 資産レベル双方で発生する被害である。効用レベルの被害を評価するためには, 家計の効用関数を特定化した上で消費者余剰を評価する必要がある。しかし, 家計の効用関数を合理的に特定化することは困難である。このことを踏まえ, 本



図－５．１ 流動性制約と流動性被害額

研究では，復旧遅延被害の内，資産被害に相当する部分のみを評価することとする．効用レベルの被害評価に関しては今後の課題としたい．

5.3 流動性被害の計量

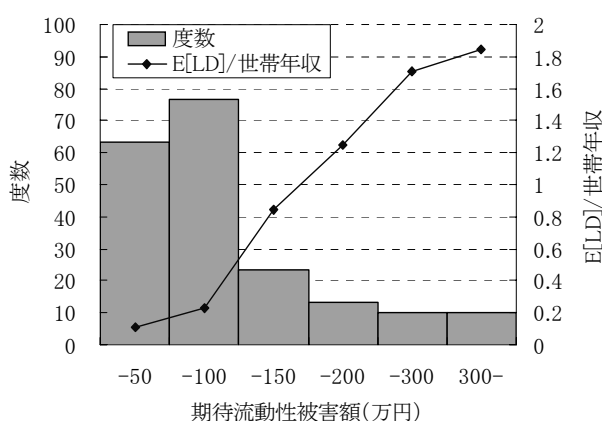
横松等³⁵⁾の定義に準じ，資産レベルの復旧遅延被害を，復旧資金調達が遅延したことにより生じる資金の機会損失と定義する．図－５．１左図に家計の流動性制約と復旧過程，同右図に家計の流動性被害を示す．同左右図で横軸は時刻を表しており，被災時刻，復旧時刻をそれぞれ記入している．左図縦軸は，物的資産水準であり，表－４．１に示す復旧度３段階評価基準に準ずる．右図縦軸は，流動性制約により生じる家計の機会損失を表す．また， T_1 ， T_2 はそれぞれ，復旧度１継続期間，復旧度２継続期間を表す．復旧度２における家計の物的資産水準の復旧過程曲線を線形と仮定すれば，家計の流動性被害額は同図における右図の台形の面積に等しい．この場合，不足調達額を Gap ，未復旧資産の耐用年数を A ，各復旧度継続期間を T_1 年間， T_2 年間としたとき，流動性被害額 LD （資産レベルの復旧遅延被害額）は次のように表すことができる．

$$LD = \frac{Gap}{A} \cdot \frac{(2T_1 + T_2)}{2} \quad (5.1)$$

式(5.1)は，図－５．１右図の台形面積を算出する式に他ならない．家計の不足調達額と復旧過程が独立であると考えれば，期待流動性被害額 $E[LD]$ は次のとおり表せる．

$$E[LD] = \frac{E[Gap]}{A} \cdot \frac{(2E[T_1] + E[T_2])}{2} \quad (5.2)$$

ここで， $E[Gap]$ は期待不足調達額， $E[T_1]$ ， $E[T_2]$ はそれぞれ各復旧度の期待継続期間を表す．



図－5. 2 期待流動性被害額の分布 N=197

以上の整理に基づき、流動性制約の分析に用いたデータセット（3.6.1 参照）を用いて家計の流動性被害額を計量する。3, 4で示したとおり、流動性制約モデル、復旧過程モデルに基づき、期待不足調達額、各復旧度期待継続期間をそれぞれ推定できる。耐用年数表より、未復旧資産の耐用年数を14年に設定した上で、式(5.2)に従い流動性制約に直面した家計の期待流動性被害額を求めた。図－5. 2は、以上で求めた期待流動性被害額の分布を表す。同図では、期待流動性被害額の階級ごとに、期待流動性被害額世帯年収比を集計した値を併記している。同図より明らかなように、特に世帯年収の小さい家計において甚大な流動性被害が生じている。期待流動性被害額が100万円以上の世帯においては、期待流動性被害額は世帯年収の約1倍から2倍に匹敵している。以上より、3.6.3の考察も踏まえ、世帯年収の小さい家計は被災時に深刻な流動性制約に直面し、甚大な流動性被害を受けている実態が明らかとなった。

5.4 統計データに基づく流動性被害の近似的計量

本節では、統計データに基づき、地域の流動性被害を計量する方法論を構築する。統計データを用いて流動性被害を計量する場合、以下に挙げる2点の問題点を解決する必要がある。1点目は、データの入手可能性に関する問題である。アンケート調査を実施すれば、個別世帯に関する被災状況、復旧状況、資産状況等のマイクロデータを入手可能である。さらに、マイクロデータに含まれる世帯の復旧資金調達額、および流動性制約に直面するか否かに関する情報を用いれば、前述した流動性被害評価方法で個別世帯や集計化した地域の流動性被害額を計量できる。しかし、マイクロデータを得るためのアンケート調査は、災害被災後の地域でのみ実施可能であり、複数地域での調査実施、データ入手は難しい。言うまでもなく、治水経済評価方法の高度化に資する流動性被害評価方法を構築するためには、任意地域で適用可能な高い汎用性を確保することが不可欠である。既に整備された統計データベースを用いることができれば、データが整備された任意地域において不足調達

額、復旧過程を推定でき、流動性被害を評価できる。ただし、統計データを用いる場合、個別世帯の復旧資金調達額、及び個別世帯が流動性制約に直面するか否かに関する情報は入手不可能であり、前述した方法論をそのまま適用することはできない。

2点目は、流動性被害額の感度分析の精度に関する問題である。費用対便益分析では、防災施設の経済便益は被害軽減額の年期待値により評価される。そのため、防災施設の流動性被害軽減便益を評価するためには、流動性被害額の年期待値を計量する必要がある。流動性被害額の年期待値を算出するためには、降雨の確率規模が変化した場合を想定し、流動性被害額の感度分析をする必要がある。本論文では3章において、流動性制約モデルの推定結果に基づき、家計の不足調達額の感度分析を行った。しかし、流動性制約モデルは、アンケート調査による個別世帯データに基づき、豊岡水害に関する被災家計の流動性制約を分析することを目的としている。そのため、家計の調達可能額が被害額の大小によらず一定である枠組みとなっており、不足調達額の感度分析結果は十分現実を表しているとは言い難い。損害保険により家計に保険金が給付される場合には、調達可能額は被害額により変化するだろう。また、家計が調達可能額と必要調達額を決定する際には、両者の間に相関関係が存在すると考えるのが自然だろう。

以上の問題点を考慮し、本節では3章で示した方法論を拡張し、4章で示した方法論と組み合わせることで、統計データに基づき任意地域の流動性被害を近似的に計量する方法論を構築する。その際、被災家計の復旧資金調達額、流動性制約有無に関する情報が入手不可能であることを考慮し、流動性被害額算出式を定式化する。その上で、流動性被害額算出式に入力する統計データを整備する。最後に、統計データに基づき流動性被害額を近似的に計量する一連のフローを示す。

5.4.1 流動性制約モデルの修正

(1) データセットの修正

データセットを修正することにより、流動性制約モデルにおいて被害額、保険金給付額、調達可能額、及び必要調達額の相関関係を表現しよう。流動性制約モデルで作成したデータセットには修正すべき点が2点ある。1点目は、調達可能額と必要調達可能額が独立に決定される点である。家計が決定する調達可能額と必要調達額の間には相関関係が存在すると考えられる。より多くの保険金を給付された家計（調達可能額 大）は、より高い復旧水準を望む（必要調達額 大）と考えるのが自然だろう。2点目は、保険金給付世帯と非給付世帯の必要調達額、調達可能額を同じメカニズムで説明する点である。しかし、復旧資金の調達に関するアンケート調査の一次分析結果である図-3. 7、図-3. 8を見れば、保険金給付世帯と非給付世帯の必要調達額、調達可能額決定メカニズムが異なる可能性を考慮する必要があるだろう。

以上の考察を踏まえ、データセットを次のとおり修正する。まず、1点目を修正するた

めに、必要調達額モデル、調達可能額モデルの双方に保険金給付額を説明変数に採用する。採用された説明変数は次のとおりである。必要調達額の説明変数は、一般資産被害額： $\bar{x}_1^i$ 、被害額流動性比： $\bar{x}_2^i$ 、保険金給付額： $\bar{x}_3^i$ である。また、調達可能額の説明変数は、流動性調達資産額： $\bar{y}_1^i$ 、土地資産価額： $\bar{y}_2^i$ 、保険金給付額： $\bar{y}_3^i$ である。記号「 $\bar{}$ 」は実測値であることを表す。なお、流動性調達資産額は、世帯年収と金融資産残高（通貨性預貯金、有価証券）の和であり、世帯の流動性資金調達能力を表す。次に、2点目を修正するために、保険金給付有無により生じる、家計の調達可能額、必要調達額決定メカニズムの異質性を次のとおり表現する。アンケート回答世帯集合 ω を互いに排他的な2つの集合、

$$\omega_1 = \{i \in \omega \mid \text{水害保険非加入世帯}\} \quad (5.3a)$$

$$\omega_2 = \{i \in \omega \mid \text{水害保険加入世帯}\} \quad (5.3b)$$

に分割しよう。 ω_1 は水害保険非加入世帯、すなわち被災時に保険金を給付されない世帯の集合を、 ω_2 は水害保険加入世帯、すなわち被災時に保険金を給付される世帯の集合を表す。この場合、修正されたデータセットに基づく家計 i の必要調達額 C_i 、調達可能額 L_i は次のとおりとなる。

$$\begin{aligned} C_i &= \bar{x}_i \beta^{m'} + \varepsilon_1^i \\ L_i &= \bar{y}_i \gamma^{m'} + \varepsilon_2^i \end{aligned} \quad \left(\begin{array}{ll} \text{if} & i \in \omega_1 \quad \text{then} \quad m = \omega_1 \\ \text{if} & i \in \omega_2 \quad \text{then} \quad m = \omega_2 \end{array} \right) \quad (5.4)$$

ただし、 $\beta^m = (\beta_0^m, \dots, \beta_3^m)$ 、 $\gamma^m = (\gamma_0^m, \dots, \gamma_3^m)$ 、 $(m = (\omega_1, \omega_2))$ はパラメータベクトル、記号「 $\prime$ 」は転置を表す。 ε_1^i 、 ε_2^i は観測不可能な属性に関する確率誤差項である。以上の定式化に基づき、3章で示した方法に従い流動性制約モデルを推定できる。

(2) 流動性制約モデルの再推定結果

3章で流動性制約モデルの推定に用いたサンプル（3.6参照）を用い、データセットを修正した上で流動性制約モデルを再推定した。流動性制約モデルの再推定結果を表5.1に記す。修正した流動性制約モデルでは保険非加入世帯と保険加入世帯それぞれについてパラメータが推定される。まず、保険非加入世帯に関する推定結果を考察しよう。必要調達額モデルでは、説明変数として、一般資産被害額、被害額流動性比が選択された。一般資産被害額は正で有意であり、一般資産被害額が大きいほど必要調達額が増加する。ただし、その係数は0.190で1を下回っており、家計は物的資産の被害をすべて復旧するとはいえない。また、被害額流動性は負で有意であり、世帯年収、金融資産残高に対して被害額が大きいほど必要調達額が減少する。すなわち、被害額が世帯年収、金融資産残高に対して大きい場合、復旧の遅れを回避するために復旧水準を低下せざるを得なくなり、必要調達額が減少すると解釈できる。また、当然のように保険金給付額は説明変数として選択されていない。調達可能額モデルでは、説明変数として、流動性調達資産額、土地資産

表－５．１ 流動性制約モデルの再推定結果

保険非加入世帯 ($i \in \omega_1$)				保険加入世帯 ($i \in \omega_2$)			
変数	パラメータ	t －値		変数	パラメータ	t －値	
必要調達額モデル							
定数項 (x_0)	β_0	1.767	6.456	定数項 (x_0)	β_0	1.767	6.456
一般資産被害額 (x_1)	$\beta_1^{\omega_1}$	0.190	6.552	一般資産被害額 (x_1)	$\beta_1^{\omega_2}$	0.057	2.174
被害額流動性比 (x_2)	$\beta_2^{\omega_1}$	-0.224	-3.608	保険金給付額 (x_3)	$\beta_3^{\omega_2}$	0.890	14.378
調達可能額モデル							
定数項 (y_0)	γ_0	1.366	3.430	定数項 (y_0)	γ_0	1.366	3.430
流動性調達資産額 (y_1)	$\gamma_1^{\omega_1}$	0.218	5.736	流動性調達資産額 (y_1)	$\gamma_1^{\omega_2}$	0.132	3.526
土地資産価額 (y_2)	γ_2	0.042	2.218	土地資産価額 (y_2)	γ_2	0.042	2.218
				保険金給付額 (y_3)	$\gamma_3^{\omega_2}$	1.128	10.183
				相関係数	ρ	0.35	－
				標準偏差	σ_1	1.72	－
				標準偏差	σ_2	1.97	－
				初期対数尤度	-1674.620		
				対数尤度	-292.340		
				自由度調整済み尤度比	0.779		

注) 説明変数(調達額, 一般資産被害額, 流動性調達資産額, 土地資産価額, 保険金給付額)の金銭単位は100万円である。なお, 標準偏差 σ_1, σ_2 に関しては $\sigma_1 = 0, \sigma_2 = 0$ という帰無仮説が定義できないため t 値が記載されていない。

価額が選択された。流動性調達資産額(世帯年収+金融資産残高(通貨性預貯金, 有価証券))は正で有意であり, 流動性調達資産額が大きくなるほど調達可能額が増加するという結果を得ている。この結果は, 世帯年収, 金融資産残高が大きくなるほど, 自己資金による調達額が大きくなることと, より多くの借り入れによる調達が可能になるという効果により説明できる。土地資産価額に関する係数は正で有意であり, 土地資産を持つほど調達可能額が増加するという結果となっている。土地資産自体は非流動性資産ではあるが, 土地資産は水害による直接的被害を受けない資産である。そのため, 土地資産を持つ家計は, 土地を担保とした借り入れが可能であり, 調達可能額も大きくなる。このことは, 世帯年収の大きさ, 金融資産, 土地資産の保有が, 予期せぬ流動性需要に対する保険機能を果たしていることを示唆している。

次に, 保険加入世帯に関する推定結果を考察しよう。必要調達額モデルでは, 説明変数として, 一般資産被害額, 保険金給付額が選択された。被害額流動性比は有意でないため説明変数として選ばれていない。一般資産被害額は正で有意であるが, その係数は0.057であり, 保険非加入世帯のそれと比較すると非常に小さい。また, 保険金給付額の係数は0.890であり, 必要調達額に占める保険金給付額の割合が非常に大きい。このことから, 保

険加入世帯は被災前の保険購入時点において被災した場合の被害額、保険金給付額を評価し、被災前に保険金の給付を前提とした復旧水準（必要調達額）を想定していると解釈できる。このことを踏まえれば、保険加入世帯では、世帯年収、金融資産保有水準と被害額の関係に基づく復旧水準（必要多調達額）決定がなされないために、説明変数に被害額流動性比が選択されないと解釈できる。調達可能額モデルでは、説明変数として、流動性調達資産額、土地資産価額、保険給付額が選択された。流動性調達資産額は正で有意であるが、その係数は保険非加入世帯のそれと比較すると約半分に過ぎない。保険金給付額の係数は1.128である。このことから、当然のように、給付された保険金は復旧資金に充当され家計の調達可能額を大きくし、流動性制約を回避する効果を発揮するといえる。また、保険加入世帯の調達可能額は、保険金給付額の大きさが非常に強く影響することが分かる。この結果、もちろん、保険金を十分給付された家計の調達可能額は必要調達額を上回るだろう。一方、想定外に保険金給付額が小さい場合には、調達可能額が必要調達額を下回り、流動性制約に直面する可能性も残る。最後に、土地資産価額に関する係数は正で有意である。

調達可能額モデルにおいて、流動性調達資産額、土地資産価額が説明変数として選択されたことは特筆すべきだろう。家計は水害や地震、火災やその他の事故等、多様なリスクを抱えている。これらの事態に遭遇する確率は確かに存在するが、これらの事象が同時に生起する確率は極めて小さい。そのために、家計は特定のリスクのみをヘッジする保険に加入するだけでなく、流動性補給機能を持つ金融資産、土地資産を保有することにより、予期せぬリスクによる不可逆な生活水準の低下リスクをヘッジをしている。

なお、以上の推定結果の中で、保険金給付額が説明変数として選択されていることには留保すべき点がある。保険金給付額は、家計が効用最大化行動として選択した結果であり、本来内生変数として取り扱うべき変数である。保険金給付額を説明する外生変数と、本研究で取り上げた説明変数の間に相関関係が存在する場合、推定結果に内生性によるバイアスが発生する可能性がある。内生性バイアスを処理するためには、水害保険に関する需要関数を同時推定する方法が考えられる。このような内生性の問題に関しては、本研究の域を超えており今後の課題としたい。

5.4.2 流動性被害の定式化

（１）不足調達額の定式化

5.4で考察したデータの入手可能性に関する問題点を踏まえ、家計の不足調達額を定式化しよう。アンケートデータを用いて被災家計の期待不足調達額を算出する場合（式（3.14））、ショートサイド原則（式（3.4））に従い、必要調達額の確率誤差項 ε_1^i 、または調達可能額の確率誤差項 ε_2^i のどちらか一方を確定値とみなすことができた。しかし、統計データを用いる場合、家計の復旧資金調達額、および流動性制約に直面するか否かに関する情報は入

手不可能である．そのため，統計データを用いる場合は，ショートサイド原則を適用できず， ε_1^i ， ε_2^i の双方とも確率誤差項として扱わざるを得ない．この場合，不足調達額の推定にあたり式 (3.14) をそのまま適用することはできない．

ここで，**3.4**の定式化と同じく，被災家計 i ($i = 1, \dots, I$)の属性を $\mathbf{x}_i$ と表そう．家計 i の被災後の必要調達額 C_i ， L_i を次式の通り定式化する．

$$C_i = C_i(\mathbf{x}_i) = \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}}' + \varepsilon_1^i \quad (5.5)$$

$$L_i = L_i(\mathbf{y}_i) = \mathbf{y}_i \hat{\boldsymbol{\gamma}}' + \varepsilon_2^i \quad (5.6)$$

ただし， $\mathbf{x}_i = (x_i^1, \dots, x_i^M)$ ， $\mathbf{y}_i = (y_i^1, \dots, y_i^N)$ はそれぞれ家計 i の必要調達額，調達可能額を説明する家計属性ベクトル， $\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\hat{\beta}^1, \dots, \hat{\beta}^M)$ ， $\hat{\boldsymbol{\gamma}} = (\hat{\gamma}^1, \dots, \hat{\gamma}^N)$ は流動性制約モデルで推計されたパラメータベクトルである．記号「 $\prime$ 」は転置を表す． ε_1^i ， ε_2^i はともに分析者が観測不可能な家計属性に関する確率誤差項であり，互いに強い相関があると考えることが自然である．ここで，2つの確率誤差項 $\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i$ は，2次元正規確率密度関数，

$$\begin{aligned} \psi(\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i) &= \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2\sqrt{1-\rho^2}} \\ &\cdot \exp \left[-\frac{1}{2(1-\rho^2)} \cdot \left\{ \left(\frac{\varepsilon_1^i - \mu_1}{\sigma_1} \right)^2 - 2\rho \cdot \frac{\varepsilon_1^i - \mu_1}{\sigma_1} \cdot \frac{\varepsilon_2^i - \mu_2}{\sigma_2} + \left(\frac{\varepsilon_2^i - \mu_2}{\sigma_2} \right)^2 \right\} \right] \end{aligned} \quad (5.7)$$

に従うと考えよう．ただし， μ_1 ， μ_2 は，それぞれ確率誤差項 ε_1^i ， ε_2^i の期待値， σ_1^2 ， σ_2^2 は確率誤差項の分散である．また， ρ は確率誤差項の相関係数である．必要調達額モデル (5.5) と調達可能額モデル (5.6) に定数項が含まれている．そこで，確率誤差項の同時正規確率密度関数 (5.7) を正規化するために $\mu_1 = \mu_2 = 0$ を仮定する．必要調達額モデル，調達可能額モデルは，貨幣単位で表現されており，確率誤差項 $\varepsilon_1^i, \varepsilon_2^i$ を基準化できない．

以上より，家計 i の不足調達額 Gap_i は次式の通り定式化できる．

$$\begin{aligned} Gap_i &= C_i - L_i \\ &= \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}}' - \mathbf{y}_i \hat{\boldsymbol{\gamma}}' + \varepsilon^i \end{aligned} \quad (5.8)$$

ただし， $\varepsilon^i = \varepsilon_1^i - \varepsilon_2^i$ である．ここで，家計 i において不足調達額が生じる場合，すなわち，家計が流動性制約に直面する場合，次式が成立する (以下，制約条件と呼ぶ)．

$$\begin{aligned} C_i - L_i &> 0 \\ \therefore \mathbf{x}_i \hat{\boldsymbol{\beta}}' - \mathbf{y}_i \hat{\boldsymbol{\gamma}}' + \varepsilon^i &> 0 \\ \therefore \varepsilon^i &> \bar{\varepsilon}^i \end{aligned} \quad (5.9)$$

ただし， $\bar{\varepsilon}^i = \bar{\mathbf{y}}_i \hat{\boldsymbol{\gamma}}' - \bar{\mathbf{x}}_i \hat{\boldsymbol{\beta}}'$ である．記号「 $\bar{}$ 」は観測者が観測可能であることを表す．

(2) 各復旧度期待継続期間の算出

以下では、表記の簡略化のため家計を区別する添え字 i を省略する。家計の復旧過程と不足調達額が独立であると仮定しよう。家計が流動性制約に直面する場合、すなわち、制約条件(式(5.9))を満足する場合、復旧過程モデルの結果(表-4.4)より、家計の復旧度 k の期待継続期間 T_k は次のように整理できる。

$$T_1 = 0.69 \text{ (年)} \quad (5.10)$$

$$T_2 = \frac{1}{0.206 - 0.615 * DR} \text{ (年)} \quad (5.11)$$

ただし、 DR は基準化された、家計の被害額流動性比(「一般資産被害額」/「世帯年収+金融資産」)を表す。

(3) 流動性被害額の定式化

制約条件を考慮し、家計の流動性被害額 $LD(\varepsilon)$ は次のように整理できる。

(i) $\varepsilon \leq \bar{\varepsilon}$ のとき

この場合、制約条件(5.9)を満足しないことから、家計は流動性制約に直面しない。よって、家計の流動性被害額 $LD(\varepsilon)$ は次式のとおりととなる。

$$LD(\varepsilon) = 0 \quad (5.12)$$

(ii) $\varepsilon > \bar{\varepsilon}$ のとき

この場合、制約条件(5.9)を満足し、家計は流動性制約に直面する。このとき、家計の流動性被害額 $LD(\varepsilon)$ は次式のとおりととなる。

$$LD(\varepsilon) = \frac{Gap}{A} \cdot \frac{T_1 + (T_1 + T_2)}{2} \quad (5.13)$$

ただし、 A は未復旧資産の耐用年数である。式(5.13)は図-5.1右図に示した台形部分の面積を算出する式に他ならない。

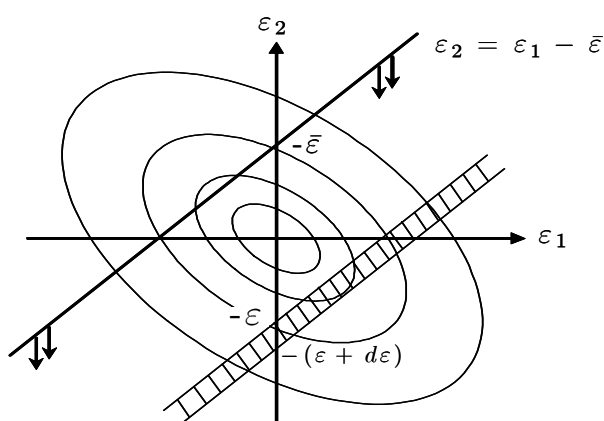
(4) 期待流動性被害額の算出

式(5.8)から明らかなように、不足調達額は確率誤差項 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ 、すなわち ε に従う確率変数である。 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ は2次元正規確率密度関数 $\psi(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ に従っている。図-5.3に2次元正規確率密度関数 $\psi(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ と制約条件を図示している。以上を踏まえれば、期待流動性被害額 $E[LD(\varepsilon)]$ は次式より算出できる。

$$E[LD(\varepsilon)] = \iint_{-\infty}^{\infty} LD(\varepsilon) \psi(\varepsilon_1, \varepsilon_2) d\varepsilon_1 d\varepsilon_2 \quad (5.14)$$

上式の二重積分をモンテカルロ法を用いて解く。まず、2次元正規確率密度関数 $\psi(\varepsilon_1, \varepsilon_2)$ に従う乱数を N 個発生させる。このうち、図-5.2に示された $-\varepsilon$ から $-(\varepsilon + d\varepsilon)$ までの微小区間スライス内に含まれる個数を N_ε とする。この場合、確率変数 ε に従う確率密度関数 $f(\varepsilon)$ は次式のとおりととなる。

$$f(\varepsilon) = \frac{N_\varepsilon}{N} \quad (5.15)$$



図－5. 3 2次元正規確率密度関数と制約条件

期待値計算は区分求積の考えに基づき，十分小さい微小区間 $d\varepsilon$ ，十分大きいスライス数 n を考える．以上を踏まえると，期待流動性被害額 $E[LD(\varepsilon)]$ は次式のとおり算出できる．

$$\begin{aligned}
 E[LD(\varepsilon)] &= \int_{-\infty}^{\infty} LD(\varepsilon) f(\varepsilon) d\varepsilon \\
 &= \int_{\bar{\varepsilon}}^{\infty} LD(\varepsilon) f(\varepsilon) d\varepsilon \quad (\because \varepsilon^i \leq \bar{\varepsilon}^i \text{ のとき } LD(\varepsilon) = 0) \\
 &= \left(T_1 + \frac{T_2}{2}\right) \sum_{n=0}^{\infty} n d\varepsilon \frac{N_{\bar{\varepsilon}+nd\varepsilon}}{N}
 \end{aligned} \tag{5.16}$$

家計が流動性制約に直面する確率を表す流動性被害率 $\rho(\mathbf{x}, \mathbf{y})$ は，制約条件 (5.9) を考慮し，確率密度関数 $f(\varepsilon)$ (5.15) を用いて次式より算出できる．

$$\begin{aligned}
 \rho(\mathbf{x}, \mathbf{y}) &= \int_{\bar{\varepsilon}}^{\infty} f(\varepsilon) d\varepsilon \\
 &= \sum_{n=0}^{\infty} \frac{N_{\bar{\varepsilon}+nd\varepsilon}}{N}
 \end{aligned} \tag{5.17}$$

5.4.3 入力データの整備

統計データを用いて流動性被害を算出する場合，メッシュを最小単位とし，メッシュごとに整備されたデータを用いる．表－5. 2に，流動性被害算出の際に必要なとなるデータを整理している．なお，同表ではメッシュ別にデータが定数か変数であるかによりデータを分類している．また，流動性被害計量に必要な統計データの出典を表－5. 3に整理している．ただし，現行の治水経済調査マニュアルとの整合を考慮し，流動性被害額の算出に必要なデータのうち，マニュアルにその入手方法が示されているデータ（被害率，一般資産被害額）に関しては，マニュアルに従いデータを整備する．一方，流動性被害算出に必要なデータのうち，家計の資産状況（世帯年収，金融資産，土地資産，保険）に関するデータについては，メッシュレベルのデータ入手は非常に困難である．この場合，市町村，

表－５．２ メッシュ別入力データ

定数	変数
・世帯年収	・被害率
・金融資産残高	・未復旧資産耐用年数
・土地資産価額	・一般資産被害額
・保険加入率	・被害額流動性比
	・保険金給付額

表－５．３ 入力統計データ出典

データ	出典	データ単位	調査間隔	調査レベル
世帯年収	市町村税課税状況等の調*1	千円	毎年	市町村
金融資産残高**1	消費実態調査*2	千円	5年毎	都道府県
土地資産価額 **2	都道府県地価調査*3	千円/ m^2	毎年	市町村
	住宅・土地統計調査報告*2	m^2	5年毎	都道府県
水害保険加入率	今後の治水対策の方向性に関する研究*4 H16豊岡水害アンケートデータ*5			全国 豊岡市
保険金給付ルール	ファクトブック 2007*6			全国
被害率*7	家屋，家庭用品の被害額割合で加重平均			メッシュ
未復旧資産耐用年数*7	耐用年数表*8に基づき，家屋，家庭用品の被害額割合で加重平均			メッシュ

**1：金融資産残高は，通貨性預金と有価証券価額の和とする。

**2：土地資産価額は，都道府県地価調査の値（千円/ m^2 ）と，住宅・土地統計調査報告の値（ m^2 ）を乗じることにより算出する。

出典の詳細は次のとおり．*1：総務省自治税務局，*2：総務省統計局，*3：国土交通省土地・水資源局地価調査課，*4：（財）国土技術研究センター，*5：豊岡アンケートデータ，*6：日本損害保険協会，*7：氾濫解析結果，*8：国税庁（主な減価償却資産の耐用年数表）

都道府県レベルのデータを代表値とし，同じ資産状況の世帯が地域に一樣に分布していると仮定する。

5.4.4 流動性被害額算出フロー

前述した流動性制約モデルの修正，流動性被害の定式化，統計データの整備を踏まえ，流動性被害額を計量する．図－５．４に，期待流動性被害額を算出する一連のフローを示す．同図で，各データを結ぶ矢印は，矢印の始点に位置するデータに基づき終点に位置するデータを算出することを意味している．また，同図には，氾濫解析，流動性制約モデル，復旧過程モデルも図示している．ここでは，同図に従い，流動性被害額を計量する一連のフローを説明する．

（１）家計の一般資産被害額の推計

まず，マニュアルに従い，メッシュごとに家計の一般資産額（家屋資産+家庭用品資産）を算出する．次に氾濫解析を実施し最大浸水深を推計し，浸水深に応じた被害率を一般資産額に乗じることによって，メッシュごとに家計の一般資産被害額を推計する．

表－５． ４ 保険金給付ルール

	保険非加入世帯	保険加入世帯
被害率<0.15	カバー率 0.05 (給付額上限 100 万円)	カバー率 0
0.15≤被害率<0.30	〃 0.10 (給付額上限 200 万円)	〃 0
0.30≤被害率	〃 0.70	〃 0

（２）流動性制約モデルによる不足調達額の推計

まず、不足調達額推計に必要な入力データとして、氾濫解析の結果得られた一般資産被害額に加え、世帯年収、金融資産、土地資産、被害額流動性比、保険金給付額に関してデータを整備する（図－５． ４ 流動性制約モデル枠内）。ただし、世帯年収、金融資産、土地資産に関しては、表－５． ３に従いデータを入手する。保険金給付額は保険金給付ルールを外生的に与えることで算出する。ファクトブック 2007（日本損害保険協会）に記載の保険金給付ルールに従い、表－５． ４ に保険金給付ルールを整理している。具体的には、家計が水害保険非加入の場合は保険カバー（被害補填）率 0、保険加入の場合は被害率に応じた保険カバー率を設定し、保険金給付額を算出する。しかし、統計データを用いる場合、家計が水害保険に加入しているか否かに関する情報は入手不可能である。そこで、保険加入ケースと保険非加入ケースそれぞれについて保険金給付ルールを適用した上で不足調達額を算出し、最終的にそれぞれの結果を保険加入率に基づき加重平均することにより不足調達額を算出する。なお、水害保険加入率データは入手困難であるため、水害保険加入率データに関しては、統計データを用いる場合、アンケートデータを用いる場合の 2 ケースを想定する。ただし、水害保険データ（保険加入率、保険金給付ルール）は結果に大きな影響を及ぼす。そのため、水害保険データに関しては綿密な精査が不可欠である。被害額流動性比は、一般資産被害額を世帯年収と金融資産残高の和で除すことで算出する。

次に、これらデータを整備した上で、データを流動性制約モデルに入力し不足調達額を出力する。ただし、必要調達額と調達可能額に確率誤差項が含まれるため、この時点では不足調達額は確率変数である。

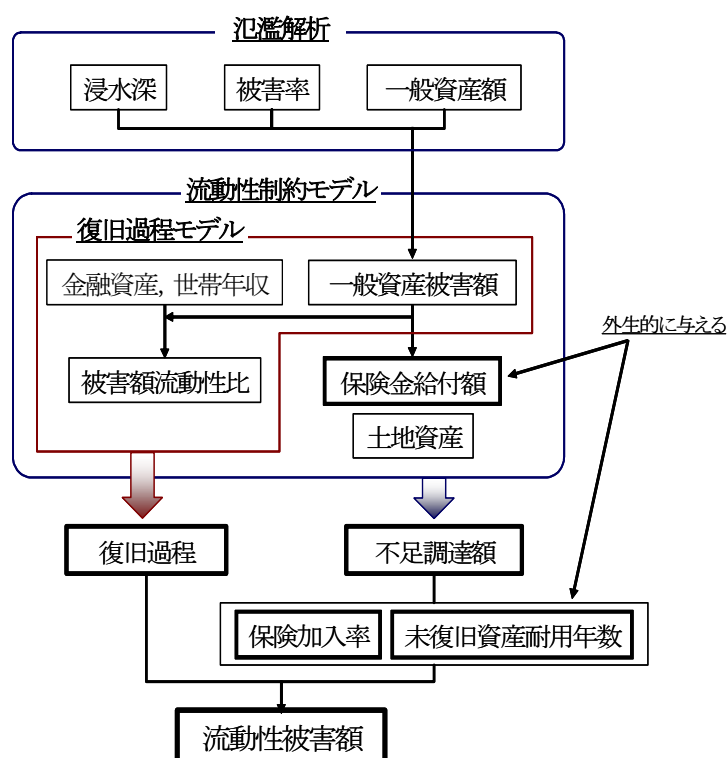
（３）復旧過程モデルによる期待復旧期間長の推計

まず、復旧過程推計に必要な入力データとして、被害額流動性比を算出する（図－５． ４ 復旧過程モデル枠内）。被害額流動性比は、一般資産被害額を世帯年収と金融資産残高の和で除したものである。

次に、データを復旧過程モデルに入力し期待復旧期間（各復旧度期待継続期間）を出力する。

（４）期待流動性被害額の算出

まず、流動性被害額算出に必要な入力データとして、不足調達額、復旧過程、及び保険加入率、未復旧資産耐用年数に関してデータを整備する。不足調達額、復旧過程はそれぞ



図－５．４ 流動性被害額算出フロー

れ，流動性制約モデル，復旧過程モデルにより推計できる．保険加入率，未復旧資産耐用年数（家屋，家庭用品別）に関しては表－５．３に従い外生的に値を与えることとする．

次に，不足調達額を未復旧資産耐用年数で除し，年機会損失を算出する．その上で，年機会損失と各復旧度期待継続期間長に基づき，前述した流動性被害の定義(5.1)に従い，流動性被害額を算出する．ただし，未復旧資産耐用年数は，家屋，家庭用品それぞれの耐用年数を，家計の家屋，家庭用品の被害額割合に基づき加重平均することにより算出する．

最後に，期待流動性被害額の算出式(5.16)に基づき，期待流動性被害額を算出する．

5.4.5 ケーススタディ

ケーススタディとして，兵庫県豊岡市旧出石町におけるアンケート調査実施世帯（90サンプル）を対象とし，統計データを用いた場合，アンケートデータを用いた場合それぞれについて流動性被害を計量する．その上で，統計データを用いた場合の結果をアンケートデータを用いた場合の結果と比較し，統計データに基づく流動性被害の近似的計量方法の推計精度を考察しよう．なお，本節で提案する方法は，氾濫解析結果，すなわち家計の一般資産被害額を前提とし，データの入手可能性（任意地域での適用可能性）を考慮した上で，家計の流動性被害額を近似的に計量することを目的としている．このため，一般資産被害額（一般資産額，被害率）データに関しては，統計データ，アンケートデータを用いる場合の双方において氾濫解析結果を採用する．本ケースにおける氾濫解析の詳細に関し

表－５．５ 入力データ

入力データ		データレベル
世帯年収	357(万円)	豊岡市 H16
金融資産残高	481(万円)	兵庫県 H16
土地資産価額	712(万円)	兵庫県 H17
水害保険加入率	0.46	全国* ¹
	0.61	豊岡市* ²
耐用年数(家屋)	22(年)	全国
〃 (家庭用品)	8(年)	全国

ただし、水害保険加入率について、*1：統計データ、*2：アンケートデータ。

表－５．６ 流動性被害計量結果

	Case 0	Case 1	Case 2
保険加入率	0.61	0.46	0.61
保険カバー率	0.14	0.25	0.32
流動性被害率	0.33	0.44	0.37
$E[Gap]$ 期待不足調達額	86.8	116.0	88.4
$E[LD]$ 期待流動性被害額	37.9	34.8	26.3
年期待流動性被害額	—	0.83	0.65

ただし、被害額に関する金銭単位は万円。

Case0：アンケートデータケース

Case1：統計データケース

Case2：統計データケース（水害保険加入率のみアンケートデータ採用）

ては湧川³⁶⁾を参照してほしい。

表－５．３に基づき、本ケースで流動性被害算出に必要な統計データを整備した結果を表－５．５に示す。前述した流動性被害算出方法に従い、統計データ（水害保険加入率により２ケース）、アンケートデータに基づき、それぞれ家計の流動性被害額を算出した。個別家計の結果を集計した、地域の一世代あたり平均期待流動性被害額の計量結果を表－５．６に整理している。同表には、保険データ、流動性被害率、降雨の確率規模を考慮した一世代あたり年期待流動性被害額を集計した結果を併せて記している。まず、全て統計データを用いた場合（以下、Case 1）の結果について、アンケートデータを用いた場合（以下、Case 0）の結果と比較しながら考察してみよう。保険加入率は統計データより 0.46 であり、Case 0(0.61)を下回っている。一方、保険カバー率は 0.25 であり Case 0(0.14)を約 2 倍上回っている。このことから、外生的に与える水害保険データに関して、保険加入率は小さい一方で、保険金給付ルールは保険金給付額を過大に推定している可能性がある。この点は、推定精度を確保する上で留意する必要がある。流動性被害率は 0.44 であり Case 0(0.33)を上回っている。また、期待不足調達額は 116.0 万円で Case 0(86.8 万円)を上回っている。期待流動性被害額は 34.8 万円でアンケート値(37.9 万円)に近い値となっている。

年期待流動性被害額は0.83万円である。期待不足調達額が過大に推定されることは、次の2点の要因により説明できる。1点目は、統計データに基づく流動性被害額の計量において、保険加入ケースでは保険金が十分給付され期待不足調達額は非常に小さく推定される一方で、保険非加入ケースでは期待不足調達額は大きい値が推定されることである。2点目は、Case 1では水害保険加入率が小さいために、保険有無ケースの期待不足調達額を加重平均する際に、保険非加入ケースの期待不足調達額がより重きをおいて推定されることである。ここで、期待不足調達額はCase 0を上回るにもかかわらず、結果的に期待流動性被害額がCase 0に近い値となる点については留意する必要がある。これは、統計データ採用時に流動性制約に直面しやすい（流動性被害額が大きくなる）家計の属性情報が失われ、期待不足調達額が過大に推定される一方で、その流動性被害額が相対的に過小に評価されたためと考えられる。

次に、評価方法の推計精度を比較検討するために、水害保険加入率のみアンケート値を採用し統計データを用いた場合（以下、Case 2）の結果について考察してみよう。この場合、水害保険加入率はアンケート値と同値(0.61)だが、保険カバー率はCase 0, Case 1を上回っている。流動性被害率は0.37でありCase 0(0.33)に近い値となっている。また、期待不足調達額は88.4万円でありCase 0(86.8万円)に近い値となっている。一方、期待流動性被害額は26.3万円でありCase 0を大きく下回っている。年期待流動性被害額は0.65万円である。以上より、集計値を比較評価すれば、Case 2では流動性被害率、期待不足調達額はCase 0の結果をよく近似できているといえる。一方、前述した統計データ採用時の家計情報消失のため、期待流動性被害額に関しては過小に評価されている。

5.5 結言

豊岡水害の実態調査結果に基づき流動性被害を計量した結果、甚大な流動性被害が生じている実態が明らかとなった。さらに、本章では流動性被害評価方法の汎用性（任意地域における適用可能性）を考慮し、統計データに基づき流動性被害額を近似的に計量する方法を構築した。前述したとおり、治水施設の経済便益評価において、水害被災時の家計の復旧遅延による被害の発生は認識はされていた。しかし、その評価方法が存在しなかったために、流動性被害は発生しないと想定せざるを得なかったという課題が存在していた。本章で示した流動性被害評価方法論により、初めて流動性被害を評価する方法論が構築された。本論文で得られた知見は、この点で現行の治水経済評価方法の高度化に資するものである。

しかし、十分に精度を確保した流動性被害の計量結果を出力するためには、アンケート調査による地域属性データの蓄積、統計データの精査を通じた評価精度のさらなる向上が不可欠である。本章で提案した流動性被害評価方法は、豊岡水害に関する実態調査結果のみに基づき導かれたものである。そのため、本章で示した評価方法は任意地域の属性反映

の点で限界が存在する。評価方法の汎用性と精度を同時に確保するためには、地域属性データの蓄積を通じ、各地域の地域属性をより正確に反映する必要があるだろう。

また、本章で提案した流動性被害の近似的評価方法は、外生的に与えるデータが結果に大きな影響を及ぼす可能性がある点は留保する必要がある。特に水害保険データ（保険加入率、保険金給付ルール）は結果に大きな影響を及ぼす。そのため、水害保険データに関する綿密な精査が不可欠である。本来、保険加入率、保険金給付額（カバー率）は家計が効用最大化行動として選択した結果であり、本来内生変数として取り扱うべき変数である。外生的に与えた保険データと、流動性制約モデル、復旧過程モデルの説明変数の間に相関関係が存在する場合、推定結果に内生性によるバイアスが発生する可能性がある。内生性バイアスを処理するためには、保険に関する需要関数を同時推定する方法が考えられる。このような内生性の問題に関しては、本研究の域を超えており今後の課題としたい。

最後に、5.2で指摘したとおり、流動性被害は部分復旧被害（効用レベル）と復旧遅延被害（効用レベル、資産レベル）で構成される。本章では、流動性被害のうち資産レベルの復旧遅延被害のみを評価しており、効用レベルの流動性被害を評価していない。効用レベルの被害を評価するためには、家計の効用関数を特定化した上で消費者余剰を評価する必要がある。しかし、家計の効用関数を合理的に特定化することは困難であり、効用レベルの被害評価に関しては今後の課題としたい。

6 結論

本論文では、水害により物的資産の喪失・損壊の被害を受けた家計は、十分な復旧資金を調達できないという流動性制約に直面する可能性があることを指摘した。また、被災家計が流動性制約に直面した場合、物的資産の被害を完全には回復できず、復旧過程が遅延することにより流動性被害が生じることを指摘した。本論文では、以上の考察を踏まえ、水害被災家計の流動性制約、および流動性被害の実態を実証分析を通じ明らかにした。その上で、現行の治水経済評価方法の高度化に資する、流動性被害の評価方法論を構築した。

家計の流動性制約に関する実証研究は、金融経済学の分野で若干の蓄積があるものの、自然災害の被災家計が直面する流動性制約について指摘した研究は他に見当たらない。また、防災投資便益として、期待被害額の軽減便益だけではなく、付加的な便益の存在が議論されている中で、本論文は、被災家計の流動性制約に伴う被害を計測するための基礎的な知見を得ている。すなわち、本論文の成果は学術面のみならず、防災投資便益評価の高度化という実務的な面においても意義深いものである。

以下に本論文の要約を示す。1章では、本論文の序論として、大規模水害により甚大な被害が頻発している現状を踏まえ、防災の重要性と現状の取組みを述べた。その上で、カタストロフリスクである水害に対し、伝統的な防災投資の経済便益評価方法では限界が存在することを指摘し、本論文を著すに至る動機と目的を明確にした。

2章では、本論文の基本的考え方を示した。具体的には、まず水害被災時の家計の復旧資金調達に着目し、被災家計の流動性制約と流動性被害が生じるメカニズムについて整理した。その上で、本論文の問題意識を明確にした。

3章では、まず家計の流動性制約に関する既往研究のレビューを踏まえ、自然災害時の家計の流動性制約を分析することの意義と研究の新規性を示した。その上で、平成16年10月に発生した円山川水害で被災した世帯を対象としたアンケート調査データに基づき、家計の復旧資金調達をモデル化した。その際に、分析者が観測可能な復旧資金調達額は、被災家計の必要調達額と調達可能額という2つの価額の中で小さい価額に一致するというショートサイド原則に従うことを踏まえ、家計の復旧資金調達を分析する流動性制約モデルを定式化した。分析の結果、多くの被災家計が流動性制約に直面し、流動性被害が発生している実態が明らかとなった。その中で、保険金の給付を受けた多くの家計では、流動性制約が大幅に緩和されている一方で、保険金を給付されたにもかかわらず流動性制約に直面した家計も少なからず存在することが明らかとなった。このことより、今後の地域防災対策を考える上で、水害保険が果たす役割について考察することが必要であることを述べた。また、流動性被害を抑制するために、被災家計に対する復旧資金の融資制度を確立することの必要性を述べた。本章では、流動性制約モデルに基づき、家計の不足調達額を推計する方法論を示した。本章の成果により、現状の治水経済便益評価において評価され

ていない、流動性被害を評価するための基礎的な知見が得られた。一方で、流動性被害を評価するためには、次章で議論する被災家計の復旧過程を推定する方法論を構築する必要があることを指摘した。

4章では、まず自然災害を被災した家計の復旧過程に関する既往研究のレビューを踏まえ、流動性制約が家計の復旧過程に及ぼす影響を分析することの意義と研究の新規性を示した。その上で、豊岡水害に関する2年間3時点にわたるアンケートパネル調査データに基づき、家計の復旧過程をモデル化した。その際に、家計の復旧過程のマルコフ性を仮定し、家計の復旧度間の推移過程を多段階指数ハザードモデルにより推定した。その上で、推定したハザードモデルに基づいて、復旧度の推移過程を表すマルコフ推移確率を推定し、家計の復旧過程を推定した。本章で示した方法論により、流動性制約の有無が個々の家計の復旧過程に及ぼす影響を考慮し、家計の物的資産復旧過程を推定可能となった。分析の結果、流動性制約に直面した場合、家計の復旧過程は大幅に遅延し、多くの家計が長期間にわたって生活上の不便を強いられていることが判明した。本章では、復旧過程モデルに基づき、被災家計の復旧過程を推定する方法論を構築した。最後に、以上の議論を踏まえ、**3章**で示した被災家計の不足調達額を推定する方法論と、本章で示した被災家計の復旧過程を推定する方法論を組み合わせれば、流動性被害を評価する方法論を構築可能であることを述べた。

5章では、**3章**、**4章**で構築した方法論に基づき、流動性制約に直面した家計の期待流動性被害額を求めた。その結果、家計は被災後に深刻な流動性制約に直面し、甚大な流動性被害を受けている実態が明らかとなった。さらに、本章では、流動性被害評価方法の汎用性（任意地域における適用可能性）を考慮し、統計データを用いて流動性被害額を近似的に計量する方法を構築した。本章で示した方法論により、初めて流動性被害を評価する方法論が構築された。

本論文においては、今後さらなる検討が必要ないいくつかの研究課題が残されている。最後に、残された今後の課題を述べ、本論文を結ぶこととしよう。第1に、本論文では、水害保険加入率、保険給付カバー率等の保険に関するデータを外生変数として取り扱っている。しかし、保険給付カバー率は家計の効用最大化行動の結果として決定される。このような内生変数を説明変数に加えてモデルを推計した場合、説明変数の内生性に起因する推計バイアスが発生する可能性がある。この問題を解決するためには、家計の保険購入行動モデルを同時推計するようなモデルの拡張が不可欠である。

第2に、**5章**で示した流動性被害の評価方法に関する、汎用性（任意地域における適用可能性）を考慮した推計精度の確保が挙げられる。治水経済便益評価において、防災投資による流動性被害軽減便益を評価する際には、評価方法の汎用性を考慮した十分な推計精度を確保する必要がある。そのためには、流動性被害評価において個別家計や地域の属性を反映する必要がある。しかし、本論文の**5章**で示した方法は、豊岡水害に関するアンケー

ト調査結果のみに基づき構築されており、推計精度を向上する余地が大いに残されている。個別家計や各地域の属性データを入手することは非常に困難であるが、今後これらのデータを入手するために、アンケート調査等によりデータを蓄積することが不可欠だろう。

第3に、流動性被害評価において、資産レベルの復旧遅延被害のみを評価していることが挙げられる。5.2で指摘したとおり、流動性被害は部分復旧被害（効用レベル）と復旧遅延被害（効用レベル、資産レベル）で構成される。しかし、本論文では、効用レベルの流動性被害を評価していない。そのため、今後家計の効用関数を合理的に特定化し、効用レベルの流動性被害を評価する方法論を構築する必要があるだろう。

以上、自然災害による甚大な被害が頻発し、防災の重要性と必要性が益々高まっている時節に、本論文がその一助となれば幸甚である。

付録

付録に下記2点を記す.

- アンケート調査票（全3回）
- プログラムソース
（流動性制約モデル推定プログラム，期待流動性被害額推定プログラム）

台風 23 号による浸水被害に関する
アンケート（第 1 回）

最初に、平成 16 年 10 月の台風 23 号より前の被災体験等についてお伺いします。
台風 23 号の体験は含まないので注意して下さい。

問 1 台風 23 号より前に、あなたの自宅（農作業小屋等は含みません）が浸水
する被害を受けたことがありますか。

1. ある → 問 2 へ

2. ない →問 3 へ

問 2 (1) あなたは現在の住所に住まわれてから、水害の被害を何回経験されま
したか。台風 23 号の被害を含めずにお答えください。

約（ ）回

(2) また、過去の水害により、あなたの自宅（農作業小屋等は含みません）
の浸水被害はどの程度でしたか。最も被害の大きかった水害につい
て、該当する番号に○を 1 つつけ、その水害名をご記入ください。

1. 床下浸水した

2. 床上 1～49cm 浸水した

3. 床上 50～99cm 浸水した

4. 床上 100～199cm 浸水した

5. 床上 200～299cm 浸水した

6. 床上 300cm 以上浸水した

水害の名前 (H. S. T) 年の水害

(H は平成、S は昭和、T は大正)

問 3 台風 23 号の被害を受ける前に、浸水すると予想していましたか。次の中
から当てはまるものに○をつけてください。

1. 自分の住宅が浸水すると予想していた

2. 自分の住宅は浸水しなくても、周辺の土地が浸水すると予想していた

3. 自分の地区は浸水しないと予想していた

問 4 (1) 台風 23 号より前に、浸水に備えた自衛策を何かしていましたか。

1. していた → 以下の(2)へ

2. していなかった → 問 5 へ

(2) 台風 23 号より前の、浸水に備えた自衛策について、次の中から当て
はまるものすべてに、○をつけてください。

1. 自宅の建替えの際に、建物の床を高くした

2. 浸水を防止するための防水板や防水扉などを設置した

3. 土のうやシートなどを用意していた

4. 貴重品などは 2 階（高い所）に置くようにしている

5. その他（ ）

次に平成 16 年 10 月の台風 23 号により受けた被害状況についてお伺いします。

問 5 このたびの洪水で、あなたの世帯では家屋や家財、車両、農業機具、農作
業小屋、農地に何らかの被害がありましたか。

1. 被害があった → 問 6 へ

2. 被害はなかった → 19 ページへ

問 6 ご自宅の家屋被害についてお伺いします。家屋被害については母屋、離れ
等でもっとも被害の大きかった建物(住宅)についてお答えください。

(1) 家屋に浸水被害がありましたか。

1. 被害があった → 以下の(2)へ

2. 被害はなかった → 問 7 へ
(次ページへ)

(2) 家屋の浸水被害はどのような被害でしたか。下記の該当する番号に○
を 1 つつけてください。

1. 床下浸水した

2. 床上 1～49cm 浸水した

3. 床上 50～99cm 浸水した

4. 床上 100～199cm 浸水した

5. 床上 200～299cm 浸水した

6. 床上 300cm 以上浸水した

(3) 家屋の泥水被害はどのようでしたか。下記の該当する番号に○を 1 つ
つけてください。

1. 泥水による被害はなかった

2. 床下が泥で埋まった

3. 床上に泥がたまった

4. 家屋の一部が土砂に埋まった

5. 家屋全体が土砂に埋まった

6. その他（ ）

(4) 家屋はどのような被害を受けましたか。り災証明をとられた方は、そ
れに従い○を 1 つつけてください。また、り災証明をとられてない方
も、下記の欄から該当するものに○を 1 つつけてください。被災直後
と、それから時間がたってからの 2 回り災証明をとられた方は、時間
がたってとられた方の被害区分に○をつけてください。

1. り災証明をとった

2. り災証明をとっていない

1. 床下浸水

2. 床上浸水

3. 一部損壊

4. 半壊

5. 大規模半壊

6. 全壊

問 7 家財の被害についてお伺いします。

(1) 家財に被害がありましたか。

1. 被害があった → 以下の(2)へ

2. 被害はなかった → 問 8 へ
(5 ページへ)

(2) 家財の被害について、次ページの項目の内、被害の有無について○を
つけ、被害がある場合には、その台数と現在の利用状況についてご記
入ください。なお、今後購入を予定しているものは被災後購入したも
のと合わせて「新規購入」の欄に記入してください。

家財の種類	被害の 有無	被害数	利用状況（被害個数の現状）		
			そのまま 利用	修理して 利用	新規購入 (予定を含む)
電気冷蔵庫	有・無	台	台	台	台
電気掃除機	有・無	台	台	台	台
電子レンジ	有・無	台	台	台	台
ガステーブル（ガスコンロ）	有・無	台	台	台	台
ガス（石油）湯沸器、給湯器	有・無	台	台	台	台
電動ミシン	有・無	台	台	台	台
電気コタツ	有・無	台	台	台	台
ストーブ、ヒーター類	有・無	台	台	台	台
タンス（作り付けを除く）	有・無	台	台	台	台
鏡台（ドレッサー）	有・無	台	台	台	台
茶だんす、食器戸棚	有・無	台	台	台	台
食堂セット（食卓と椅子のセット）	有・無	台	台	台	台
電話機（FAX も含む）	有・無	台	台	台	台
書棚（作り付けを除く）	有・無	台	台	台	台
カラーテレビ	有・無	台	台	台	台
ラジオカセット類（CD、ミニコンボ等）	有・無	台	台	台	台
ステレオ	有・無	台	台	台	台
ビデオデッキ	有・無	台	台	台	台
ピアノ、電子オルガン	有・無	台	台	台	台
パーソナルコンピュータ	有・無	台	台	台	台
プリンター	有・無	台	台	台	台
ルームエアコン（室内機） （ウインドウ含む）	有・無	台	台	台	台
ルームエアコン（室外機）	有・無	台	台	台	台
電気洗濯機	有・無	台	台	台	台
男子オーバー・コート類	有・無	着	着	着	着
男子背広（スーツ）	有・無	着	着	着	着
男子上着	有・無	着	着	着	着
男子ズボン	有・無	着	着	着	着
男子ネクタイ	有・無	着	着	着	着
婦人オーバー・コート類	有・無	着	着	着	着

家財の種類	被害の有無	被害数	利用状況（被害個数の現状）		
			そのまま利用	修理して利用	新規購入（予定を含む）
婦人スーツ	有・無	着	着	着	着
婦人ワンピース	有・無	着	着	着	着
婦人ブラウス	有・無	着	着	着	着
婦人スカート	有・無	着	着	着	着
婦人黒礼服（洋服）	有・無	着	着	着	着
婦人着物	有・無	着	着	着	着
婦人ハンドバック（和・洋）	有・無	個	個	個	個
セーター（男女共）	有・無	着	着	着	着
靴（男女共）	有・無	足	足	足	足
敷布団（客用含む）	有・無	枚	枚	枚	枚
マットレス（客用含む）	有・無	枚	枚	枚	枚
掛布団（客用含む）	有・無	枚	枚	枚	枚
毛布（客用含む）	有・無	枚	枚	枚	枚

上記の項目以外に受けた家財の被害があれば、上と同じ内容で記入してください。

問 8 あなたの世帯が所有する自動車、バイク・スクーター、自転車についてお伺いします。

(1) 自動車、バイク・スクーター、自転車に被害がありましたか。

1. 被害があった → 次ページの(2)へ
2. 被害はなかった → 問 9 へ
(次ページ)

(2) 自動車、バイク・スクーター、自転車の被害の有無について○をつけ、被害がある場合には、その台数と現在の利用状況についてご記入ください。

車輛の種類	被害の有無	被害台数	利用状況（被害台数の現状）		
			そのまま利用	修理して利用	新規購入（予定を含む）
自動車	有・無	台	台	台	台
バイク・スクーター	有・無	台	台	台	台
自転車	有・無	台	台	台	台

問 9 農業（畜産業も含む）に関する被害についてお伺いします。

(1) あなたもしくはあなたの世帯は農業を営んでいますか。

1. 農業を営んでいる→以下の(2)へ
2. していない → 9 ページ へ

(2) 農地（水田、畑等）の被害程度についてお伺いします。

農地は被害を受けましたか。被害を受けた場合は、その面積と農地の復旧金額をご記入ください。なお、作物の被害については問 11 でお答えください。

1. 農地は被害を受けなかった
2. 農地は被害をうけた 面積（ ）反 復旧金額（ ）万円

(3) 農業被害の内、農業機具は被害をうけましたか。

1. 被害があった → 次ページの(3)へ
2. 被害はなかった → 問 10 へ
(8 ページへ)

(3) 農業機具の被害について、以下の項目の内、被害の有無について○をつけ、被害がある場合には、その台数と現在の利用状況についてご記入ください。また、共同所有を行っている場合には、何軒で所有しているかを記入してください。

農業機具の種類	被害の有無	被害台数	利用状況（被害台数の現状）			共同所有軒数
			そのまま利用	修理して利用	新規購入（予定を含む）	
耕うん機	有・無	台	台	台	台	軒
田植機	有・無	台	台	台	台	軒
コンバイン	有・無	台	台	台	台	軒
バインダ	有・無	台	台	台	台	軒
脱穀機	有・無	台	台	台	台	軒
（穀物）乾燥機	有・無	台	台	台	台	軒
精米機	有・無	台	台	台	台	軒
トラクター	有・無	台	台	台	台	軒
トレーラー	有・無	台	台	台	台	軒

上記以外に被害を受けた農業機具（温室、作業小屋等の設備を除く）があれば上と同じ内容で記入してください。

農業機具の種類	被害台数	利用状況（被害台数の現状）			共同所有軒数
		そのまま利用	修理して利用	新規購入（予定を含む）	
	台	台	台	台	軒
	台	台	台	台	軒
	台	台	台	台	軒
	台	台	台	台	軒
	台	台	台	台	軒
	台	台	台	台	軒
	台	台	台	台	軒
	台	台	台	台	軒

問 10 ビニールハウスや作業小屋の被害についてお伺いします。

(1) 農業被害の内、ビニールハウスや作業小屋等の農業施設の被害を受けましたか。

1. 被害があった → 以下の(2)へ
2. 被害はなかった → 問 11 へ

(2) それらの被害施設数と損害額をお答えください。

被害施設	被害施設数	被害額
ビニールハウス		万円
作業小屋		万円
鶏舎、牛舎、豚舎		万円
その他（ ）		万円
（ ）		万円

問 11 作物や在庫品等の被害についてお伺いします。

(1) 農業被害の内、作物や在庫品（米、麦、野菜等の作付け作物、在庫あるいは飼育されていた鶏、牛、豚等）は被害を受けましたか。

1. 被害があった → 以下の(2)へ
2. 被害はなかった → 9 ページ へ

(2) それらの被害程度と、分かれば損害額もお答えください。

農業被害品目	被害程度（量など）	損害額
米		万円
麦		万円
野菜		万円
鶏		万円
牛		万円
豚		万円
肥料		万円
農業		万円

農業被害品目	被害程度（量など）	損害額
鶏卵		万円
その他（ ）		万円
（ ）		万円
（ ）		万円
（ ）		万円
（ ）		万円

次に台風 23 号による水害後の復旧の状態についてお伺いします。
まず、下記に示す水害時および前後の生活水準の関係についての説明をお読み
いただいた後に、各設問にお答え下さい。

水害発生前と発生時および水害後の生活水準の関係は以下に示す図-1 のよ
うに、水害によりダメージを受け、時間をかけて回復していくと思われます。

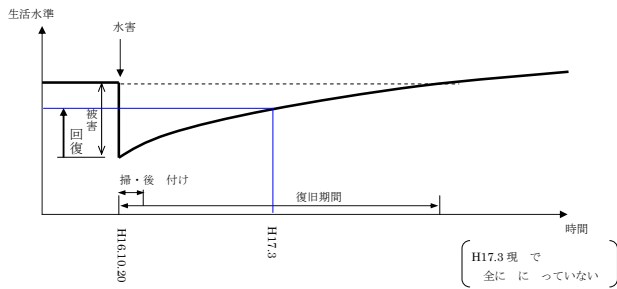


図-1 水害による生活水準の変化のイメージ図

台風 23 号による水害の復旧状況および身体・仕事・お子様への影響
についてお伺いします。

問 12 水害にあわれてから大体の清掃・後片付けが終了するまで何日くらいか
かりましたか。また、後片付けや清掃に要した人数は延べ何人くらいで
したか。ボランティアの方の人数も含めてお答えください。

約（ ） 約（ ）人

問 13 清掃等の活動や飲料水等の代替品購入に伴いどれくらいの出費を要しま
したか。

約（ ）万円

問 14 現在のあなたの世帯の復旧状況についてお伺いします。

(1) 自宅の現在の復旧状況について、次の中から当てはまる（状況が類似し
ている）番号に○を 1 つだけつけてください。

1. 浸水被害に い自宅以外の 所（ 設住宅を含む）で生活している
2. 修理は わっていないが自宅（ 階等）で生活している
3. 家屋の修理は わり自宅で生活している
4. 家屋の修理は し、自宅で生活している
5. 自宅に被害はなかった

(2) 家財の現在の復旧状況について、次の中から当てはまる（状況が類似し
ている）番号に○を 1 つだけつけてください。

1. 被害を受けた状 か とんど変化していない
2. に て い足しているが、まだまだ 分
3. ったが、の状 には っていない
4. の状 に った
5. 家財に とんど被害はなかった

問 15 あなたの世帯のこれまでの復旧、今後の復旧見通しについてお伺いしま
す。

(1) 自宅の復旧（修理、改築）状況について当てはまるものに○をつけ、（ ）
内に日数をご記入ください。

1. 自宅に被害はなかった
2. 自宅の復旧は した → 水後約（ ） で復旧した
3. 復旧の目 は ったが、まだ → か 約（ ） 月後に復旧予定
4. 復旧の目 が たない

(2) 家財の復旧状況について当てはまるものに○をつけ、（ ）内に日数
をご記入ください。

1. 家財に被害はなかった
2. 家財の復旧は した → 水後約（ ） で復旧した
3. 復旧の目 は ったが、まだ → か 約（ ） 月後に復旧予定
4. 復旧の目 が たない

問 16 あなたやあなたの家族は、台風 23 号の浸水やその後の後片付け等におい
て身体的な被害（例えば手足の打撲、骨折等）を受けましたか。

1. 被害を受けた → 問 17 へ
2. 被害は受けなかった → 問 18 へ
(次ページへ)

問 17 身体の被害内容（例えば手足の打撲、骨折等）と原因をお答えください。
また、被害後、どのような生活を送られましたか。もっとも被害の大き
かった方について被害内容と下記より該当する番号に○を 1 つつけてく
ださい。

体への被害内 （ ） （ ）

1. へは かず を した（ ） 間
2. していた（ ） 間
3. 入 していた（ ） 間
4. くなった
5. その他（ ）

問 18 台風 23 号により仕事をお休みしましたか。休まれた方はその日数（自営
農家の方は農作業ができなかった日数）をお書きください。『誰が』の欄
には世帯主との関係（妻、子、父母等）を記入してください。

1. を んだ はいない
2. が（ ） 約（ ） んだ
- （ ） （ ）
- （ ） （ ）
- （ ） （ ）
- （ ） （ ）

問 19 台風 23 号により、あなたの世帯のお子様は学校をお休みしましたか。休
まれた場合はその日数をお書きください。『誰が』の欄には種別（小学生、
中学生、高校生、大学生等）を記入してください。

1. 家 に へ く子 はいない
2. 子 は まなかつた
3. が（ ） 約（ ） んだ
- （ ） （ ）
- （ ） （ ）
- （ ） （ ）
- （ ） （ ）

台風 23 号以前の資産内容についてお伺いします。

問 20 台風 23 号の水害以前の金融資産額についてお伺いします。

(1) 預金額は世帯年収のおおよそ何倍ぐらいでしたか。預金がない場合は 0
を記入してください。

約（ ）

(2) あなたの世帯は有価証券（株式、債権等）を保有していましたか。

1. 有している → 次ページの(3)へ
2. 有していない → 次ページの 問 21 へ

(3) 有価証券（株式、債権等）のおおよその時価総額はいくらでしたか。

1. 約（ ）万円 2. よくわか ない

問 21 あなたの世帯は生命保険、損害保険、JA 共済の積立を行っていましたか。
以下の各項目から、該当するものにその年間の掛け金と満期年数をご記入ください。加入しているもの全て記入してください。

種類	掛け金（万円 年）	期年数（ 年間）
生		
損害		
A 共		

問 22 台風 23 号の水害以前の不動産、信託の保有状況についてお伺いします。

(1) あなたの世帯では、自宅や自宅以外のアパート・マンション、田・畑、田・畑以外の土地等の不動産（信託を含む）を保有していましたか。

1. 有していた→ 以下の(2)へ
2. 有していない → 次ページの問 23 へ

(2) 不動産あるいは信託のおおよその金額をご記入ください。また、検討がつかない場合は、「どのようなもの」で、「どれくらいの広さ」でしたか。お答えできる程度で結構ですのでご記入ください。

1. 約（ ）万円
2. 金額は分か ないが 動 と広さはある程度分かる
動（ ）
広さ（ ）
3. よくわか ない

13

問23 水害発生前の家屋、家財、車両（自動車・バイク・スクーター）、農業機
具のローンについてお伺いします。

(1) 水害発生前に上記項目のローン返済は残っていましたか。

1. ローンはなかった、もしくは は わっていた → 問 24 へ
2. ローン は っていた → 以下の (2) へ

(2) 以下の項目の内、該当するものに○をつけ、ローン返済を始めた年と完
済予定年だった年、および年間のローン代金をご記入ください。

ローン	を めた年	予定だった年	年間のローン 金（万円）
家屋			
家財			
車（自動車、バイク、 スクーター）			
農業機具			
その他			

問 24 ご自宅の母屋など主たる家屋の築年数をご記入ください。

（ ）年

問 25 ご自宅の延床面積と離れ等も含めた宅地部分の土地の坪数をご記入く
ださい。

1. 床面積（ ） 2. 宅地の 数（ ）

問 26 ローンの担保になっている資産（家屋、有価証券など）が浸水や流出等
によって被害を受けましたか。

1. 被害を受けた
の種類（ ）
被害金額（ ）
2. 被害を受けなかった

14

復旧資金等についてお伺いします。

問 27 家屋、家財、車・バイクの保険の加入状況についてお伺いします。台風
23 号の水害以前に保険に加入していましたか。

損害 の
家屋 1. 入している 2. 入していない
家財 1. 入している 2. 入っていない
車輛 1. 入している 2. 入っていない

問 28 問 27 でいずれかの損害保険に加入されているとお答えした方にお尋ねし
ます。あなたの世帯が加入している損害保険の種類と、その保険内容につ
いて、損害を新品価格で評価する特約の有無、年間保険料、この度の水害
により支払われた保険金額（予定も含む）および満期の有無をご記入くだ
さい。

名	損害を新品 で する 約の有無	年間 料 （万円）	台 2 による 金額（万円）	期の有無
災（家屋）	有・無			有・無
2 住宅（家屋 家財）	有・無			有・無
共	A 共	有・無		有・無
	共	有・無		有・無
自動車		有・無		有・無
		有・無		有・無
		有・無		有・無
		有・無		有・無
		有・無		有・無

問 29 (1) 仮想的な質問です。仮に「水害保険」（この度のような水害による資
産の損害をすべて補償する保険）が存在するならば、あなたの世帯は
「水害保険」へ加入しようと思いませんか。

1. 入しようと思う → 次ページの(2)へ
2. 入しようと思わない → 次ページの問 30 へ

15

(2) 「水害保険」へ加入しようと思うと回答された方へお伺いします。あなた
がこの保険に加入するためには年間（ A ）円の保険料を支払う
必要があるとします。
あなたはこの保険に加入しますか。

※なお、保険料を支払うことにより、本来あなたが購入できる別の商品やサ
ービスが減ることを想定して下さい。

はい → 以下の(3)へ
いいえ → 以下の(4)へ

(3) では、（ A ）円ではなく、年間（ B ）円の保険料を
支払う必要があるとします。あなたはこの保険に加入しますか。

はい → 問 30 へ
いいえ → 問 30 へ

(4) では、（ A ）円ではなく、年間（ C ）円の保険料
を支払う必要があるとします。あなたはこの保険に加入しますか。

はい → 問 30 へ
いいえ → 問 30 へ

問 30 あなたの世帯の将来のご予定についてお聞きます。

現在の自宅を修繕して住む予定ですか、あるいは、転居しようと思われ
ていますか。また、そのための費用はおおよそいくらぐらいかかると思
われますか。水害発生時からの費用の合計金額を記入して下さい。（将
来転居を予定されている方で、現在、自宅の修理・補修をされている場
合は、その費用もすべて合計した予定金額をお答えください。）

1. 現 の自宅を修 して住む（または、すでに自宅を修 して住んでいる）
用（ ）万円
2. は転 しようと思う（または、すでに転 した）
用（ ）万円

16

問 31 家屋・家財・自動車・バイク・農機具等の被害について、修理を行うための調達資金とその調達先についてお伺いします。台風 23 号の水害により被害を受けた世帯の方々には、国、県、市町村より「災害見舞金」や「義援金」、「生活再建支援金」等の補助を受けられたと思います。

上記の支援補助以外について、家屋・家財・自動車・バイク等の被害の修理を行うための資金の調達先と調達額をご記入ください。(地方自治体からの融資を受けられた方は、6. 地方自治体の欄にご記入ください)

1. 自 金 () 万円	2. 金 機関か の 入 () 万円
3. () 万円	4. 人 () 万円
5. め の () 万円	6. 地 自 体 () 万円
7. 金 () 万円	
8. その他 () () 万円	

問 32 問 31 の調達額で被害の復旧をまかなえたかどうかお伺いします。
(1) 問 31 の調達額で被害の復旧は全てまかなえましたか。

まかなえた	→ 問 へ (次ページへ)
2 まかなえなかった	→ 以下の (2) へ

(2) まかなえない場合について、今後の予定として、資金およびその調達先をどのようにお考えですか。以下の欄にご記入ください。

1. (土地 有 証 等) の	
2. 金 機関か の 入 () 万円	
3. () 万円	4. 人 () 万円
5. め の () 万円	
6. その他 () () 万円	
7 めどが たない	

これ以降問 38 までの質問は、「問 30」の設問で「2. 転居しようと思う」とお答えされた方への質問です。「1. 現在の自宅を修繕して住む」とお答えした方は 19 ページへ進んでください。

問 33 将来、転居する際には、何年後をご予定とされていますか。

予定として () 年後
2 まだ分か ない

問 34 将来、転居する際には、持ち家、借家どちらをご予定とされていますか。

家 → 問 へ	2 家 → 問 へ
、子 との同 → 次ページへ	その他 → 次ページへ

問 35 将来、転居する借家の一ヶ月の家賃はおおよそいくらぐらいを予定されていますか。

約 () 万円 → 次ページへ

問 36 持ち家は、一戸建て、マンションどちらを予定されていますか。一戸建てを予定の方は、購入する土地の予定金額をご記入ください。

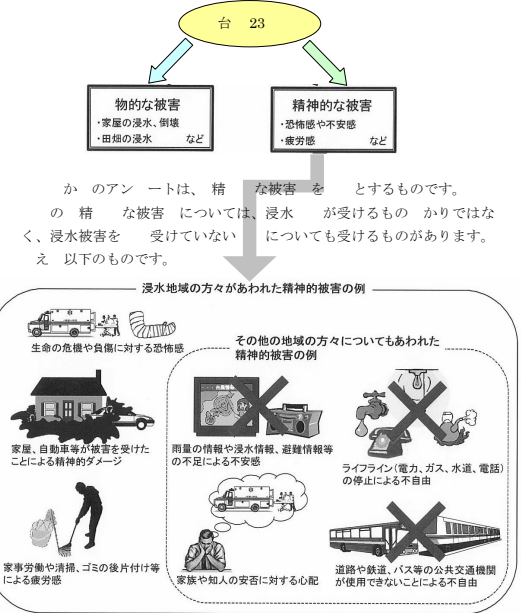
1. 一戸建てを予定 () 万円 ()
2. マンシ ンを予定
3. ど にするか めていない

問 37 持ち家（一戸建て、マンション）の取得価格はおおよそいくらぐらいをご予定とされていますか、ご記入ください。

1. 一戸建てを予定 () 万円
2. マンシ ンを予定 () 万円
3. まだ めていない

次に台風 23 号により受けた不安感や精神的な苦痛等について伺います。まず、下記に示す精 な被害についての説明をお読みいただいた後に、次ページ以 の各設問にお答え下さい。

平成 16 年 10 月の台 23 により受けた被害の種類については、問 6 等でお伺いしたような、家屋や家財・自動車が浸水したり壊れたりする となどの 物 な被害と、水害による や、 、 などの 精 な被害 の つが え れると思います。



次ページ以 の各設問は、台 23 によりあ われた や精 な 等に関するアン ートです。

問 38 台風 23 号の水害時に、あなたの世帯はどこかへ避難しましたか。

1. した → 問 39 へ	2. しなかった→ 問 40 へ
----------------	------------------

問 39 避難した場所とそこでの避難生活の日数をお答えください。

1. 定された 所 () 間
2. 定されていない 所 (・ 等) () 間
3. や 人の家 () 間
4. 現 も している 所 ()
5 その他 () 間

問 40 台風 23 号に関する天気予報や雨の降り方から浸水するような災害になると予想しましたか。

1. 予想した	2. 災害になるかも れないと思った	3. 予想しなかった
---------	--------------------	------------

問 41 浸水に備えた家財の移動は十分にできましたか。

1. 分 で た	2. ある程度で た
3. とんどで なかった	まったくで なかった

問 42 水害では物的な被害の他に、前ページに示したような様々な不安等の精神的な被害が生じます。あなたの家族を含め、台風 23 号によりどのような精神的な被害を受けましたか。下記の(1)から(22)のそれぞれについて、その感じ方を 1 から 5 の中から当てはまる番号に○を 1 つ付けて下さい。なお、ここでは家族を代表して一番重かった人の感じ方をお答えください。

や精 な被害	に く た	く た	し た	あま り な かつ た	全 な かつ た
() 水による生 の 機や に する		2			
(2)家 や 人の に関する		2			

や精　な被害	に く た	く た	し た	あま り な かつた	全 な かつた
()水防活動や浸水する前における家財の　動による		2			
()　量の状況、　の水や　に関する　の　足 による		2			
()自宅が浸水するかどうかの		2			
()　所生活の　れ・ストレス		2			
()家屋・家財・自動車・バイク等の　を　った　と による		2			
()　、　に大　にしていたもの(思い　の品や貴 重品)を　った　とによるシ　ック		2			
()レジ　ー等の　活動や地　活動、平時の家　活動 がで　ない　とによる		2			
()　掃や　付けによる		2			
()　　な　(　替用品等)による家　の　しさ		2			
(2)　ミ等による周辺の　の		2			
()　や　、バス等の　共　機関が　用で　ない とによる　自		2			
()ライ　ライン(電　・ガス・水　)の　止による 自		2			
()食料品や　生活用品の　足による　自		2			
()子　の　が　れる		2			
()いつになった　の生活に　れるかといった		2			
()　び水害が　るのではないかといった		2			
()　までのような　所付　いがで　なくなった とへの　(　しい等)		2			
(2)水害前のような生活に　れない　や		2			

や精　な被害	に く た	く た	し た	あま り な かつた	全 な かつた
(2)水への　を　るようになった		2			
(22)　を　えるようになった		2			

その他、(1)から(22)以外に受けた精神的な被害について、上と同じ内容でご記入ください。

　　台　23　により現われた精神的な症状についてお伺いします。　　

問 43 あなたの家族を含め、台風 23 号によりどのような精神的な症状が現れましたか。下記の(1)から(8)のそれぞれについて、1 から 5 の中から当てはまる番号に○を 1 つ付けてください。家族の中で一番重かった人の状況をお答えください。

精　な　状	あつた (ある)	度　あつた (ある)	す　しあつ た (ある)	とんど ない	まったく ない
()　れない　が　く		2			
(2)水害　時の　をみる		2			
()食　がのどを　ない　が く		2			
()水害　時の　とが　か れない		2			
()水害　時の　とを　れよう としている		2			

精　な　状	あつた (ある)	度　あつた (ある)	す　しあつ た (ある)	とんど ない	まったく ない
()　が　になり台　や大 などに　して用　く なる		2			
()気　がなくなった		2			
()　などに　るようになっ た		2			

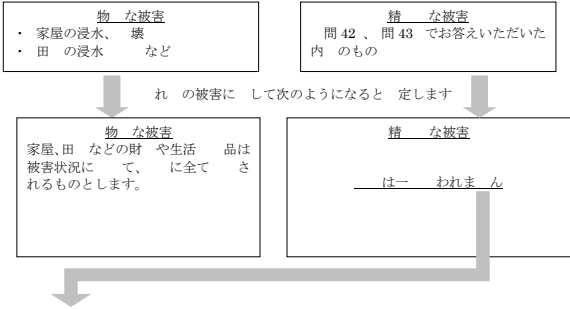
その他、(1)から(8)以外に現われた精神的な症状について上と同じ内容でお書きください。

問 44 「問 43」でお答えいただいた精神的な症状を治療するために、病院に行かれましたか。病院で治療を受けられた方は通院期間もお書きください。

1.　　った (　　期間　　月)	2. 現　も　っている
3　　っていない	

以下の　問は精　な被害や　状に関する仮想的な質問です。
に、台　23　と同　ような水害が　び　り、問 42、問 43　でお答え
いただいた精　な被害や　状を　験すると想定してお答え下さい。

　　台　23　と同　ような水害が　び　ると想定すると、以下の 2 つの被害
が発生すると　え　れます。



問 45 水害による被害のうち、物的な被害が保険などによりすべて補償された
としたら、不安は一掃されますか。それでも、『怖い思いをしたくない』
『嫌な思いをしたくない』などの精神的な不安が残ると思いますか。当
てはまる番号に○を 1 つつけて下さい。

1.　く　る　→ 問 46 へ	2.　し　る　→ 問 46 へ	3.　　ない　→ 問 47 へ
-----------------	-----------------	-----------------

問 46 (1) 水害による『怖い思いをしたくない』『嫌な思いをしたくない』など
の精神的な被害から開放されるような安心感がお金で買えるとしたら、
あなたは年間 (　　D　　円) 支払っても良いと思われませんか。

※なお、この保険料を支払うことにより、本来あなたが購入できる別の商
品やサービスが減ることを想定して下さい。

はい　　→ 次　ージの(2)へ
いいえ　→ 次ページの(3)へ

(2) では、(D 円)ではなく、年間(E 円)を支払っても良いと思われませんか。

はい → 問 47 へ
いいえ → 問 47 へ

(3) では、(D 円)ではなく、年間(F 円)を支払って良いと思われませんか。

はい → 問 47 へ
いいえ → 問 47 へ

あなた 自 と の についてお伺いします。 理のために
な 間ですので、 をお いします。

問 47 あなたの性別に○をつけてください。

1. 男 2. 女

問 48 あてはまるあなたの年齢に○をつけてください。

1. 20 以下 2. 21～24 3. 25～29
4. 30～34 5. 35～39 6. 40～44
7. 45～49 8. 50～54 9. 55～59
10. 60～64 11. 65～69 12. 70 以上

問 49 あなたの職業に○をつけてください。

1. 2. 自営業 3. 農業 4. ・
5. 婦 6. 生 7. 無 8. その他()

問 50 水害を受けたときのお住まいの住居形態は何ですか。また、そこでの居住年数は何年ですか。

1. 一戸建て (家) 2. 一戸建て (家)
3. 分 マンシ ン (階に入 されていますか 階)
4. マンシ ン・アパート (階に入 されていますか 階)
5. 宅・ 6. その他 ()

住年数 (年)

問 51 同居しているご家族はあなたを含めて何人ですか。

1. 一人 2. 人 3. 人 4. 人 5. 人以上

問 52 世帯全員の普段の年の年収はおおよそどのくらいですか。(税金、年金等含む)

1. 200 万円 2. 200 万円台 3. 300 万円台 4. 400 万円台
5. 500 万円台 6. 600 万円台 7. 700 万円台 8. 800 万円台
9. 900 万円台 10. 1000～1200 万円 11. 1201～1500 万円
12. 1501～2000 万円 13. 2001 万円以上

問 53 台風 23 号の水害により、世帯の年収はどの程度減少しましたか。

1. 100 万 2. 101～200 万円 3. 201～400 万円
4. 401～600 万円 5. 601 万円以上

問 54 住所のご記入をお願いします。

(住所) _____

最後に、台 23 による水害に して 意 等が いました お書
下さい。

ご協力ありがとうございました。

連絡先：京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻計画マネジメント論
分野（小林研究室）

平成 16 年 10 月台風 23 号による
浸水被害に関するアンケート（第 2 回）

I. 最初に、台風 23 号による水害後の復旧の状態についてお伺いします。

まず、水害と復旧の関係についての、以下の説明をお読みください。

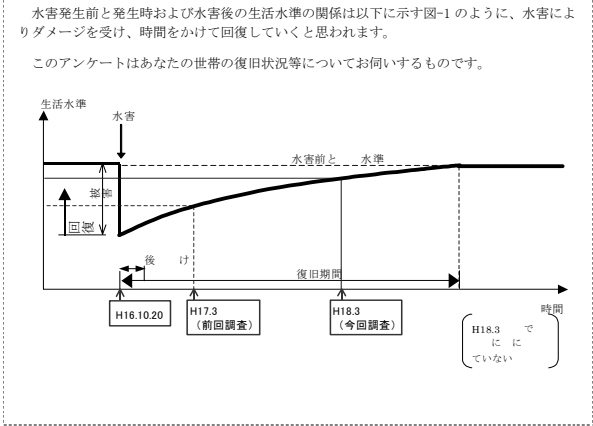


図-1 水害による生活水準の変化のイメージ図

【現在のあなたの住居の復旧状況についてお伺いします。】

問 1. ご自宅の現在の状況について、次の中から、状況が最も類似していると思われるものを選んで番号に○を 1 つだけつけてください。

1. 浸水被害時の状況と変化がない(手つかずの状況のままである) → 問 1-1 へ
2. 浸水前の状況には完全に戻っていないが、生活できる状況にまでは復旧している → 問 1-3 へ
3. 浸水前の状況に完全に戻っている → 問 1-4 へ

【ここでは、「浸水被害時の状況と変化がない(手つかずの状況のままである)」方にお伺いします。】

問 1-1. ご自宅が浸水被害時の状況のままである理由は何ですか。次の中から当てはまるものに○をつけてください。

1. 復旧のための資金を調達することができない → 問 1-2 へ
2. 他の場所へ転居しようと考えている → 問 3 へ
3. その他() → 問 1-2 へ

問 1-2. ご自宅の復旧に要すると思われるおおよその金額をご記入ください。

約()万円 → 問 4 へ

【ここでは、「復水前の状況には完全に戻っていないが、生活できる状況にまでは復旧している」方にお伺いします。】

問 1-3. ご自宅が浸水直後からの復旧に要したおおよその金額をご記入ください。また、今後の復旧見通しとして、必要な復旧金額と期間をご記入ください。

浸水直後からの復旧費用	約()万円	} → 問 2 へ
今後必要と思われる復旧費用	約()万円	
今後の復旧期間	今から()ヶ月後	

【ここでは、「浸水前の状況に完全に戻っている」と答えた方にお伺いします。】

問 1-4. ご自宅を浸水前の状況に完全に戻すために要したおおよその金額及び復旧した時期をご記入ください。

浸水直後からの復旧費用	約()万円	→ 問 2 へ
復旧した時期	平成 年 月頃	

【現在の住居等不動産の復旧状況についてお伺いします。】

問 2. 水害により被害を受けた家屋は何ですか。以下の《種類》の欄から該当するものに○をつけてください。それぞれについての《修繕内容》について、1～3 のなかから選んで○をつけてください。

また、現在の状態について、被害を受けた家屋（ここでは家財は含めない）の現在の復旧状況は、水害前の状態を 100% とした場合に何% くらいになるか、おおよその数値をご記入ください。

さらに、それに対する現在の満足度についても同様に記入ください。

《種類》	《修繕内容》			《現在の状態》 水害前を 100% とした 場合	《現在の満足度》 水害前を 100% とした 場合
	1. 建て直し・完全復旧	2. 修繕・一部復旧	3. そのままの状態		
1. 母屋	1	2	3	%	%
2. 離れ	1	2	3	%	%
3. 納屋	1	2	3	%	%
4. 蔵	1	2	3	%	%
5. 農地・山林	1	2	3	%	%
6. その他 ()	1	2	3	%	%

【ここでは、現在の状態が 100% ではない方にお伺いします。】

問 2-1. 家屋を修繕しないのはどのような理由でしょうか。次の中から当てはまるものに○をつけてください。

1. 資金がない
2. 資金はあるが修繕できる大工さんなどがいない
3. 資金はあるが修復しなくても生活が可能であるため修繕していない。
4. その他()

→ 問 4 へ

【ここでは、問 1-1 で「2. 転居しようと考えている」と答えた方にお伺いします。】

問 3. 転居しようと考えている理由をご記入下さい。

問 3-1. 転居する際には、現在の住居はどうされますか。

1. そのまま
2. 売却する
3. 売却したいができない
4. その他()

問 3-2. 将来、転居する際には、何年後をご予定とされていますか。

予定として()年後
まだ分からない

問 3-3. 将来、転居する際には、持ち家、借家どちらをご予定とされていますか。

1. 借家 → 問 3-2 へ
2. 持ち家 → 問 3-3 へ
3. 子供との同居 → 問 4 へ
4. その他() → 問 4 へ

問 3-4. 将来、転居する借家の一ヶ月の家賃はおおよそいくらぐらいを予定されていますか。

約()万円 → 問 4 へ

問 3-5. 持ち家（一戸建て、マンション）の取得価格はおおよそいくらぐらいをご予定とされていますか、ご記入ください。

1. 一戸建てを予定 ()万円
2. マンションを予定 ()万円
3. まだ決めていない

【現在のあなたの家財の復旧状況についてお伺いします。】

問4. 現在の家財（自動車・バイク等を含む）の状況について、次の中から、状況が最も類似していると思われるものを選んで番号に○を1つだけつけてください。

1. 浸水前の状況に戻っておらず、生活に不便を強いられている→問 4-1 へ

2. 浸水前の状況には完全に戻っていないが、不便のない生活ができる状況までに復旧している→問 4-3 へ

3. 浸水前の状況に完全に戻っている。→問 4-4 へ

【ここでは、「浸水前の状況に戻っておらず、生活に不便を強いられている」と答えた方にお伺いします。】

問 4-1. 家財が浸水被害時の状況のままである理由は何ですか。次の中から当てはまるものに○をつけてください。

1. 復旧のための資金を調達することができない →問 4-2 へ

2. 他の場所へ転居しようと考えている →問 6 へ

3. その他() →問 4-2 へ

問 4-2. 家財が不便のない生活ができる状況まで復旧するのに要すると思われるおおよその金額をご記入ください。

約()万円 →問 6 へ

【ここでは、「浸水前の状況には完全に戻っていないが、不便のない生活できる状況までに復旧している」方にお伺いします。】

問 4-3. 家財が不便のない生活ができる状況まで復旧するのに要した家財のおおよその金額をご記入ください。また、今後の復旧見通しとして、必要な復旧金額と期間をご記入ください。

浸水被害時からの復旧費用 約()万円

今後必要と思われる復旧費用 約()万円

今からの()ヶ月後

→問 5 へ

【ここでは、「浸水前の状況に完全に戻っている」と答えた方にお伺いします。】

問 4-4. 浸水前の状況に完全に戻すために要した家財のおおよその金額及び復旧した時期をご記入ください。

浸水被害時からの復旧費用 約()万円

復旧した時期 平成 年 月 頃

→問 5 へ

【現在の家財の復旧状況についてお伺いします。】

問5. 被害を受けた家財は何ですか。以下の《種類》の欄から該当する項目に○をつけてください。また、水害により被害を受けた家財の復旧状況は、水害前の状態を100%とした場合に現在何%くらいになるのか、おおよその数値をご記入ください。さらに、それに対する現在の満足度についても同様に記入ください。

《種類》	《現在の状態》 水害前を100%とした場合	《現在の満足度》 水害前を100%とした場合
1. 自動車・バイク	%	%
2. 電化製品(耐久商品)	%	%
3. 農機具類	%	%
4. 衣服・靴	%	%
5. 美術品・骨董品・装飾品	%	%
6. 家具・寝具	%	%
7. 食器・台所用品	%	%
8. その他()	%	%

【ここでは、現在の状態が100%ではない方にお伺いします。】

問 5-1. 家財を復旧しないのはどのような理由でしょうか。問5でご記入された種類毎に次から近い状況として当てはまるものを選び○をつけてください。

① 資金がない

資金はあるが当面の生活に支障のないものが多く、現在必要なもののみを購入している

資金はあるが水害前にすぐ戻す必要がなく、今後順次復旧していく予定である

その他の理由

《種類》	記入欄	《種類》	記入欄
1. 自動車・バイク	① ④ ② ③	5. 美術品・骨董品・装飾品	① ④ ② ③
2. 電化製品(耐久商品)	① ④ ② ③	6. 家具・寝具	① ④ ② ③
3. 農機具類	① ④ ② ③	7. 食器・台所用品	① ④ ② ③
4. 衣服・靴	① ④ ② ③	8. その他()	① ④ ② ③

【全員にお伺いします。】

問6. 台風23号による被害を受けて、あなたの世帯では、(家屋・家財の復旧の他に生活を再建するために、)水害前に比べて生活費や子供への教育費や積み立て等を切り詰めていますか。

1. 切り詰めている →問 6-1 へ

2. 切り詰めていない →問 6-2 へ

問 6-1. 以下の項目のうち、水害前に比べて切り詰めている費目として該当するものに○をつけ、それぞれ水害前を100%とした場合に現在どの程度(何%)かおおよその数値をご記入ください。

	《水害前に比べて切り詰めている費目》	《現在の状態》 水害前を100%とした場合
耐久消費財	1. 自動車・バイク等の購入・買い換え	%
	2. 電化製品	%
	3. 農機具類の購入・買い換え	%
非耐久消費財	4. 衣料品	%
積み立て等	5. 積み立て金、生命保険等の蓄財	%
	6. 子供への教育費・貯蓄	%
生活様式の変化	7. 趣味(美術品・骨董品・装飾品など)	%
	8. レジャー、旅行費(回数)	%

その他、水害前に比べて大きく変化した費目があれば、上と同じ要領でご記入ください。

《水害前に比べて切り詰めている費目》	《現在の状態》 水害前を100%とした場合
	%
	%
	%

問 6-2. 台風23号の水害により、世帯の年収及び消費や蓄財に充当できる金額はどの程度減少しましたか。また、差し支えなければその理由と減少した状態はどのくらいの期間続くと思うかお書き下さい。この場合、今回の水害で長期的に減少した年収や消費可能な金額をお答えください。短期的に清掃や後片付け等で減った分は含みません。

年収が減少した職業をお書き下さい。複数ある場合は、それらを全てご記入下さい。

<年収の減少額>複数ある場合は、総額でお答え下さい。

1. 減少していない 3. 101~200万円 5. 401~600万円

2. 100万未満 4. 201~400万円 6. 601万円以上

<減少した理由>複数ある場合は、それぞれご記入下さい。

<減少すると思われる期間>複数ある場合は、最長のものをご記入下さい。

まで

後 と くと 思う

<消費や蓄財に充当できる金額の減少額> 総額でお答え下さい。

※水害前後で消費や蓄財に自由に使用できる金額がどの程度減少したかをお書き下さい。

1. 減少していない 3. 101~200万円 5. 401~600万円

2. 100万未満 4. 201~400万円 6. 601万円以上

<減少した理由>

<減少すると思われる期間>

まで

後 と くと 思う

Ⅱ. 水害による物的な補償についての仮想的な質問です。現在の世帯の生活(資産)の復旧状態を踏まえてお答えください。

問7. 仮に物的資産の損害をすべて即時に全額補償する理想的な「水害保険」が存在するならば、あなたの世帯では加入しようと思いませんか。

1. 加入しようと思う →問7-1へ
2. 加入しようと思わない →問7-5へ

問7-1. 「水害保険」へ加入しようと思うと回答された方へお伺いします。あなたがこの保険に加入するためには年間(A)円の保険料を支払う必要があるとします。その条件においてあなたはこの保険に加入しますか。
※なお、保険料を支払うことにより、本来あなたが購入できる別の商品やサービスが減ることを想定してください。

1. 加入しようと思う →問7-2へ
2. 加入しようと思わない →問7-3へ

問7-2. では、(A)円ではなく、年間(B)円の保険料を支払う必要があるとします。その条件においてあなたはこの保険に加入しますか。

1. 加入しようと思う →問7-3へ
2. 加入しようと思わない →次ページⅢへ

問7-3. では、(A)円ではなく、年間(C)円の保険料を支払う必要があるとします。その条件においてあなたはこの保険に加入しますか。

1. 加入しようと思う →次ページⅢへ
2. 加入しようと思わない →問7-4へ

問7-4. では、あなたの世帯で保険料として支払っても良いと思われる金額をご記入ください。

年間()万円 →次ページⅢへ

問7-5. 「水害保険」に加入しようと思わない理由についてご記入ください。

→次ページⅢへ

Ⅲ. これまでは、物的な被害についてお伺いしてきました。ここからは、平成16年の台風23号により受けた不安感や疲労感など、「精神的な被害」についてお伺いします。

「物的な被害」と「精神的な被害」の違いについて、まず下の説明をお読みください。



問8. 水害が起こると、物的な被害だけでなく、前ページに示したような不安感、疲労感、精神的ダメージ、不自由さなどのさまざまな精神的な被害が生じることと思います。精神的な被害について、現在の感覚と、被害直後からの変化についてお伺いします。ここでは、あなたご自身のことでなく、ご家族全体のことを想定してお答えください。

- a. あなたの家族を含め、下の(ア)から(ク)の精神的な被害について、現在どの程度感じているか、それぞれ1~5の中から当てはまる番号に○をつけてください。
- b. また、それぞれについて、被害の感じ方が時間とともに大きくなっているか、変わらないか、小さくなっているかを、下表の右の欄から選んで○をつけてください。

不安や精神的な被害	a. 被害程度					b. 被害程度の変化
	1 現在も非常に強く感じている	2 現在も強く感じている	3 現在も少しは感じている	4 現在はさほど感じない	5 現在は全く感じない	
エ. いつになったら水害前の生活に戻れるかといった不安	1	2	3	④	5	1. 大きくなった 2. 変わらない ③ 3. 小さくなった

不安や精神的な被害	a. 被害程度					b. 被害程度の変化
	1 現在も非常に強く感じている	2 現在も強く感じている	3 現在も少しは感じている	4 現在はさほど感じない	5 現在は全く感じない	
ア. 日ごろ、特に大切にしていた思い出の品などを失ったことによるショック	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
イ. 住み慣れた家屋や親しんだ家財等を失ったことによる苦痛	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
ウ. 水害前の当たり前の生活が出来ないための不便さや苦痛	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
エ. いつになったら水害前の生活に戻れるかといった不安	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
オ. レジャー等の余暇活動や地域活動等ができないことによる不満	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
カ. 洪水による生命の危機や負傷に対する恐怖感	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
キ. 雨量の状況、河川の増水や避難に関する情報の不足による不安	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
ク. 水への恐怖を感じるようになった	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった

その他、(ア)から(ク)以外に受けた精神的な被害があれば、下表にその内容をご記入の上、その被害程度と変化についてそれぞれ○をつけてください。

不安や精神的な被害	a. 被害程度			b. 被害程度の変化
	1 現在も非常に強く感じている	2 現在も強く感じている	3 現在も少しは感じている	
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった

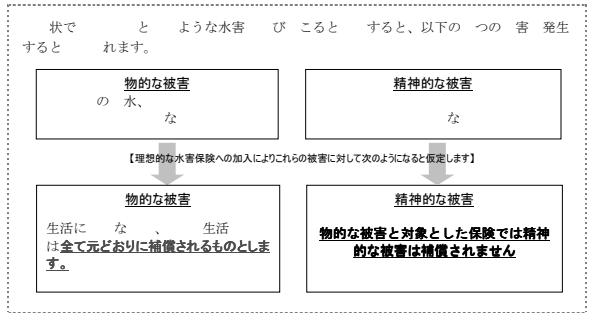
問9. あなたの家族を含め、台風 23 号によりどのような精神的な症状が現れましたか。下記の(ア)から(コ)のそれぞれについて、水害直後に症状があったか、なかったかも含めて、1 から 5 の中から当てはまる番号に○を1 つつけてください。

精神的な症状	水害直後		1	2	3	4	5
			現在も毎日ある	現在も時々ある	現在も少しある	現在はほとんどない	現在は全くない
ア. 眠れない日が続く	あり	なし	1	2	3	4	5
イ. 水害当時の夢をみる	あり	なし	1	2	3	4	5
ウ. 食事がのどを通らない日が続く	あり	なし	1	2	3	4	5
エ. 水害当時のことが頭から離れない	あり	なし	1	2	3	4	5
オ. 水害当時のことを忘れようとしている	あり	なし	1	2	3	4	5
カ. 神経が過敏になり台風や大雨などに警戒して用心深くなる	あり	なし	1	2	3	4	5
キ. 気力がなくなった	あり	なし	1	2	3	4	5
ク. 仕事へ影響するようになった	あり	なし	1	2	3	4	5
ケ. 家事・余暇活動等の日常生活へ影響するようになった	あり	なし	1	2	3	4	5
コ. 病気がちになり寝込むようになった	あり	なし	1	2	3	4	5

その他、(ア)から(コ)以外に受けた精神的な症状があれば、下表にその内容をご記入の上、上記同様に○をつけてください。

精神的な症状	水害直後		1	2	3
			現在も毎日ある	現在も時々ある	現在も少しある
	あり	なし			
	あり	なし			
	あり	なし			
	あり	なし			

IV. 水害による精神的な被害に対する補償についての仮想的な質問です。
台風 23 号と同じような水害が再び起こり、同じような被害が発生すると想定してお答えください。



問10. 水害が起こり、保険などにより物的資産の被害はすべて補償されますが、精神的な被害が生じたとしても、いっさい補償されない場合、あなたは将来の水害の発生に対して不安を感じますか。当てはまるものに○を1 つつけてください。

1. 物的な被害が水害保険などによりすべて補償されたとしたら、不安はない

2. 物的な被害が水害保険などによりすべて補償されたとしても、すこし不安である

3. 物的な被害が水害保険などによりすべて補償されたとしても、かなり不安である

問 1 0 - 1 . 精神的な不安はある、あるいは不安はないと思われるのはどういうことが原因だと思いますか。ご自由にお書きください。

将来、今回の台風 23 号で受けた被害と同じだけの精神的被害を受ける可能性があること想定してください。その上で、引き続き精神的被害について伺います。理想的な水害保険で物的な被害が全て元どおりに補償されても、『水害による怖い思いや疲労感』『思い出や貴重品等の喪失』等の精神的な被害からは解放されません。そのため、以下の質問は現実的ではありませんが、水害で受けた精神的な苦痛を受けないという安心感を計測するためにお聞きするものです。

問 11. 水害で受けた精神的な苦痛を受けないという安心感をお金で買えるとしたら、あなたの世帯ではお金を支払いますか。

1. 支払っても良いと思う 一問 11-1 へ

2. 支払う意思はない 一問 11-5 へ

問 1 1 - 1 . 支払っても良いと思うと回答された方へお伺いします。
では、あなたは年間(D 円)円を支払う必要があるとします。その条件においてあなたは支払っても良いと思いますか。

※なお、支払うことにより、本来あなたが購入できる別の商品やサービスが減ることを想定してください。

1. はい 一問 11-2 へ

2. いいえ 一問 11-3 へ

問 1 1 - 2 . では、(D 円)ではなく、年間(E 円)円を支払う必要があるとします。その条件においてあなたは支払っても良いと思いますか。

1. はい 一問 11-4 へ

2. いいえ 一問 12 へ

問 1 1 - 3 . では、(D 円)ではなく、年間(F 円)円を支払う必要があるとします。その条件においてあなたは支払っても良いと思いますか。

1. はい 一問 12 へ

2. いいえ 一問 11-4 へ

問 1 1 - 4 . では、あなたの世帯が支払っても良いと思われる金額をご記入ください。

年間()万円 一問 12 へ

問 1 1 - 5 . 支払う意思がない理由についてご記入ください。

問 1 1 - 6 . 安心感を得るためには、何が必要だとお考えでしょうか。ご自由にお書き下さい。

問12. 最後に、台風 23 号による水害に関することでご意見等がございましたらお書きください。

最後に世帯主（ここでは最も経済的に家計を支えている人として）のことについてお伺いします。統計処理のために必要な質問ですので、ご協力をお願いします。

問13. 世帯主の性別に○をつけてください。

1. 男性	2. 女性
-------	-------

問14. 世帯主の年齢に○をつけてください。

1. 20 歳以下	5. 35～39 歳	9. 55～59 歳
2. 21～24 歳	6. 40～44 歳	10. 60～64 歳
3. 25～29 歳	7. 45～49 歳	11. 65～69 歳
4. 30～34 歳	8. 50～54 歳	12. 70 歳以上

問15. 世帯主の職業に○をつけてください。

1. 会社員	4. 公務員・教職員	7. その他()
2. 自営業	5. 学生	
3. 農業	6. 無職	

問16. 世帯主の扶養家族の人数に○をつけてください。

1. 1人	3. 3人	5. 5人
2. 2人	4. 4人	6. 6人以上

ご協力ありがとうございました。

連絡先：京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻計画マネジメント論分野（小林研究室）

平成 16 年 10 月台風 23 号による
浸水被害に関するアンケート（最終回）

I. 最初に、平成 16 年台風 23 号（以下、『台風 23 号』）による水害後の復旧の状態についてお伺いします。

まず、水害と復旧の関係についての、以下の説明をお読みください。

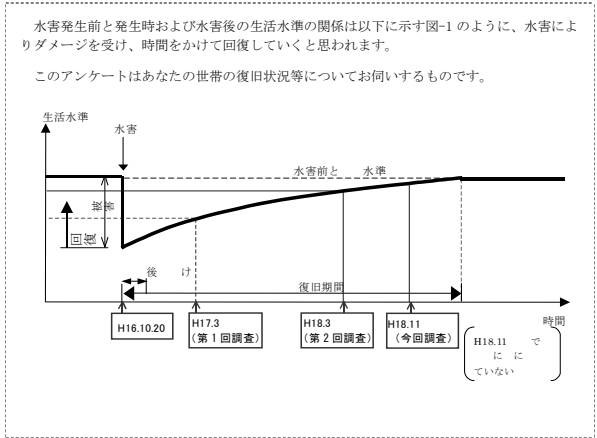


図-1 水害による生活水準の変化のイメージ図

【現在のあなたの住居の復旧状況についてお伺いします。】

- 問 1. ご自宅の現在の状況について、次の中から、状況が最も類似していると思われるものを選んで番号に○を1つだけつけてください。
1. 浸水被害時の状況と変化がない（手つかずの状況のままである）→問 1-1 へ
 2. 浸水前の状況には完全に返っていないが、生活できる状況にまでは復旧している→問 1-3 へ
 3. 浸水前の状況に完全に返っている→問 1-4 へ

【ここでは、「浸水被害時の状況と変化がない（手つかずの状況のままである）」方にお伺いします。】

問 1-1. ご自宅が浸水被害時の状況のままである理由は何ですか。次の中から当てはまるものに○をつけてください。

1. 復旧のための資金を調達することができない →問 1-2 へ
2. その他() →問 1-2 へ

問 1-2. ご自宅の復旧に要すると思われるおおよその金額をご記入ください。

約()万円 →問 2 へ

【ここでは、「浸水前の状況には完全に返っていないが、生活できる状況にまでは復旧している」方にお伺いします。】

問 1-3. ご自宅が浸水直後から生活できる状態にまで復旧するのに要したおおよその金額をご記入ください。また、今後の復旧見通しとして、必要な復旧金額と期間をご記入ください。

浸水直後からの復旧費用 約()万円
今後必要と思われる復旧費用 約()万円
今後の復旧期間 今から()ヶ月後 } →問 2 へ

【ここでは、「浸水前の状況に完全に返っている」と答えた方にお伺いします。】

問 1-4. ご自宅を浸水前の状況に完全に戻すために要したおおよその金額及び復旧した時期をご記入ください。

浸水直後からの復旧費用 約()万円
復旧した時期 平成 年 月頃 →問 2 へ

【現在の住居等不動産の復旧状況についてお伺いします。】

問 2. 水害により被害を受けた家屋は何ですか。以下の《種類》の欄から該当するものに○をつけてください。それぞれについての《修繕内容》について、1～3のなかから選んで○をつけてください。

また、現在の状態について、被害を受けた家屋（ここでは家財は含めない）の現在の復旧状況は、水害前の状態を 100%とした場合に何%くらいになるか、おおよその数値をご記入ください。

さらに、それに対する現在の満足度についても同様にご記入ください。

《種類》	《修繕内容》			《現在の状態》 水害前を 100%とした 場合	《現在の満足度》 水害前を 100%とした 場合
	1. 建て直し・完全復旧	2. 修繕・一部復旧	3. そのままの状態		
1. 母屋	1	2	3	%	%
2. 離れ	1	2	3	%	%
3. 納屋	1	2	3	%	%
4. 蔵	1	2	3	%	%
5. 農地・山林	1	2	3	%	%
6. その他 ()	1	2	3	%	%

【ここでは、現在の状態が 100%ではない方にお伺いします。】

問 2-1. 家屋を修繕しないのはどのような理由でしょうか。次の中から当てはまるものに○をつけてください。

1. 資金がない
2. 資金はあるが修繕できる大工さんなどがいない
3. 資金はあるが修復しなくても生活が可能であるため修繕していない。
4. その他()

→ 問 3 へ

【現在のあなたの家財の復旧状況についてお伺いします。】

問 3. 現在の家財（自動車・バイク等を含む）の状況について、次の中から、状況が最も類似していると思われるものを選んで番号に○を1つだけつけてください。

1. 浸水前の状況に戻っておらず、生活に不便を強いられている→問 3-1 へ
2. 浸水前の状況には完全に返っていないが、不便のない生活ができる状況までに復旧している →問 3-3 へ
3. 浸水前の状況に完全に返っている。→問 3-4 へ

【ここでは、「浸水前の状況に戻っておらず、生活に不便を強いられている」と答えた方にお伺いします。】

問 3-1. 家財が浸水被害時の状況のままである理由は何ですか。次の中から当てはまるものに○をつけてください。

1. 復旧のための資金を調達することができない →問 3-2 へ
2. その他() →問 3-2 へ

問 3-2. 家財が不便のない生活ができる状況まで復旧するのに要すると思われるおおよその金額をご記入ください。

約()万円 →問 4 へ

【ここでは、「浸水前の状況には完全に返っていないが、不便のない生活できる状況までに復旧している」方にお伺いします。】

問 3-3. 家財が浸水直後から不便のない生活ができる状況まで復旧するのに要した家財のおおよその金額をご記入ください。また、今後の復旧見通しとして、必要な復旧金額と期間をご記入ください。

浸水被害時からの復旧費用 約()万円
今後必要と思われる復旧費用 約()万円
今後の復旧期間 今から()ヶ月後 } →問 4 へ

【ここでは、「浸水前の状況に完全に返っている」と答えた方にお伺いします。】

問 3-4. 浸水前の状況に完全に戻すために要した家財のおおよその金額及び復旧した時期をご記入ください。

浸水被害時からの復旧費用 約()万円
復旧した時期 平成 年 月頃 →問 4 へ

【現在の家財の復旧状況についてお伺いします。】

問4. 被害を受けた家財は何ですか。以下の《種類》の欄から該当する項目に○をつけてください。また、水害により被害を受けた家財の復旧状況は、水害前の状態を100%とした場合に現在何%くらいになるのか、おおよその数値をご記入ください。さらに、それに対する現在の満足度についても同様に記入ください。

《種類》	《現在の状態》 水害前を100%とした場合	《現在の満足度》 水害前を100%とした場合
1. 自動車・バイク	%	%
2. 電化製品(耐久商品)	%	%
3. 農機具類	%	%
4. 衣服・靴	%	%
5. 美術品・骨董品・装飾品	%	%
6. 家具・寝具	%	%
7. 食器・台所用品	%	%
8. その他()	%	%

【ここでは、現在の状態が100%ではない方にお伺いします。】

問4-1. 家財を復旧しないのはどのような理由でしょうか。問4でご記入された種類毎に下の選択肢から近い状況として当てはまるものを選び、記入欄の番号に○をつけてください。

《種類》	記入欄	《種類》	記入欄
1. 自動車・バイク	1 4 2 3	5. 美術品・骨董品・装飾品	1 4 2 3
2. 電化製品 (耐久商品)	1 4 2 3	6. 家具・寝具	1 4 2 3
3. 農機具類	1 4 2 3	7. 食器・台所用品	1 4 2 3
4. 衣服・靴	1 4 2 3	8. その他 ()	1 4 2 3

＜選択肢＞

① 資金がない

資金はあるが当面の生活に支障のないものが多く、現在必要なもののみを購入している

資金はあるが水害前にすぐ戻す必要がなく、今後順次復旧していく予定である

その他の理由(上の記入欄に理由を記述してください)

【全員にお伺いします。】

問5. 台風23号による被害を受けて、あなたの世帯では、(家屋・家財の復旧の他に生活を再建するために。)水害前に比べて生活費や子供への教育費や積み立て等を切り詰めていますか。

1. 切り詰めている →問5-1へ
2. 切り詰めていない →問5-2へ

問5-1. 以下の項目のうち、水害前に比べて切り詰めている費目として該当するものに○をつけ、それぞれ水害前を100%とした場合に現在どの程度(何%)かおおよその数値をご記入ください。

	《水害前に比べて切り詰めている費目》	《現在の状態》 水害前を100%とした場合
耐久消費財	1. 自動車・バイク等の購入・買い換え	%
	2. 電化製品	%
	3. 農機具類の購入・買い換え	%
非耐久消費財	4. 衣料品	%
積み立て等	5. 積み立て金・生命保険等の蓄財	%
	6. 子供への教育費・貯蓄	%
生活様式の変化	7. 趣味(美術品・骨董品・装飾品など)	%
	8. レジャー・旅行費(回数)	%

その他、水害前に比べて大きく変化した費目があれば、上と同じ要領でご記入ください。

《水害前に比べて切り詰めている費目》	《現在の状態》 水害前を100%とした場合
	%
	%
	%

問5-2. 台風23号の水害により、世帯の消費や蓄財に充当できる金額はどの程度減少しましたか。また、差し支えなければその理由と減少した状態はどのくらいの期間続くと思うかお書き下さい。この場合、今回の水害で長期的に減少した消費可能な金額をお答えください。短期的に清掃や後片付け等で減った分は含みません。

＜消費や蓄財に充当できる金額の減少額＞ 総額でお答え下さい。

※水害前後で消費や蓄財に自由に使用できる金額がどの程度減少したかをお書き下さい。

- | | | |
|------------|--------------|--------------|
| 1. 減少していない | 3. 101～200万円 | 5. 401～600万円 |
| 2. 100万未満 | 4. 201～400万円 | 6. 601万円以上 |

＜減少すると思われる期間＞

まで

後とくと思う

Ⅱ. 水害による物的な補償についての仮想的な質問です。現在の世帯の生活(資産)の復旧状態を踏まえてお答えください。

問6. 仮に物的資産の損害をすべて即時に全額補償する理想的な「水害保険」が存在するならば、あなたの世帯では加入しようと思いますか。

1. 加入しようと思う →問6-1へ
2. 加入しようと思わない →問6-5へ

問6-1. 「水害保険」へ加入しようと思うと回答された方へお伺いします。あなたがこの保険に加入するためには年間(A 円)の保険料を支払う必要があるとします。その条件においてあなたはこの保険に加入しますか。
※なお、保険料を支払うことにより、本来あなたが購入できる別の商品やサービスが減ることを想定してください。

1. 加入しようと思う →問6-2へ
2. 加入しようと思わない →問6-3へ

問6-2. では、(A 円)ではなく、年間(B 円)の保険料を支払う必要があるとします。その条件においてあなたはこの保険に加入しますか。

1. 加入しようと思う →問6-4へ
2. 加入しようと思わない →次ページⅢへ

問6-3. では、(A 円)ではなく、年間(C 円)の保険料を支払う必要があるとします。その条件においてあなたはこの保険に加入しますか。

1. 加入しようと思う →次ページⅢへ
2. 加入しようと思わない →問6-4へ

問6-4. では、あなたの世帯で保険料として支払っても良いと思われる金額をご記入ください。

年間()万円 →次ページⅢへ

問6-5. 「水害保険」に加入しようと思わない理由についてご記入ください。

→次ページのⅢへ

Ⅲ. これまでは、物的な被害についてお伺いしてきました。ここからは、平成 16 年の台風 23 号により受けた不安感や疲労感など、「精神的な被害」についてお伺いします。

「物的な被害」と「精神的な被害」の違いについて、まず下の説明をお読みください。



問7. 水害が起こると、物的な被害だけでなく、前ページに示したような不安感、疲労感、精神的ダメージ、不自由さなどのさまざまな精神的な被害が生じると思います。精神的な被害について、現在の感覚と、被害直後からの変化についてお伺いします。ここでは、あなたご自身のことだけでなく、ご家族全体のことを想定してお答えください。

- a. あなたの家族を含め、下の(ア)から(ク)の精神的な被害について、現在どの程度感じているか、それぞれ1~5の中から当てはまる番号に○を1つつけてください。
- b. また、それぞれについて、被害の感じ方が時間とともに大きくなっているか、変わらないか、小さくなっているかを、下表の右の欄から選んで○を1つつけてください。

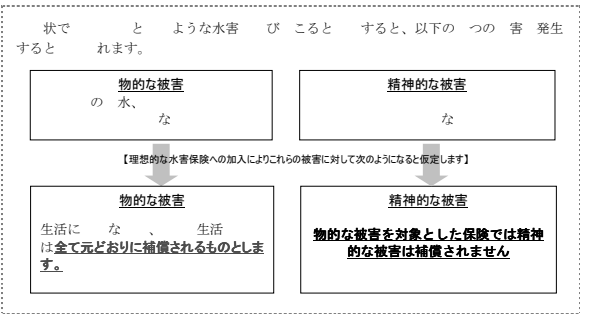
不安や精神的な被害	a. 被害程度					b. 被害程度の変化
	1 現在も非常に強く感じている	2 現在も強く感じている	3 現在も少しは感じている	4 現在はさほど感じない	5 現在は全く感じない	
エ. いつになったら水害前の生活に戻れるかといった不安	1	2	3	④	5	1. 大きくなった 2. 変わらない ③. 小さくなった

不安や精神的な被害	a. 被害程度					b. 被害程度の変化
	1 現在も非常に強く感じている	2 現在も強く感じている	3 現在も少しは感じている	4 現在はさほど感じない	5 現在は全く感じない	
ア. 日ごろ、特に大切にしていた思い出の品などを失ったことによるショック	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
イ. 住み慣れた家屋や親しんだ家財等を失ったことによる苦痛	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
ウ. 水害前の当たり前の生活が出来ないための不便さや苦痛	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
エ. いつになったら水害前の生活に戻れるかといった不安	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
オ. レジャー等の余暇活動や地域活動等ができないことによる不満	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
カ. 洪水による生命の危機や負傷に対する恐怖感	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
キ. 雨量の状況、河川の増水や避難に関する情報の不足による不安	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
ク. 水への恐怖を感じるようになった	1	2	3	4	5	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった

その他、(ア)から(ク)以外に受けた精神的な被害があれば、下表にその内容をご記入の上、その被害程度と変化についてそれぞれ○をつけてください。

不安や精神的な被害	a. 被害程度			b. 被害程度の変化
	1 現在も非常に強く感じている	2 現在も強く感じている	3 現在も少しは感じている	
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった
	1	2	3	1. 大きくなった 2. 変わらない 3. 小さくなった

Ⅳ. 水害による精神的な被害に対する補償についての仮想的な質問です。
台風 23 号と同じような水害が再び起こり、同じような被害が発生すると想定してお答えください。



問8. 水害が起こり、保険などにより物的資産の被害はすべて補償されますが、精神的な被害が生じたとしても、いっさい補償されない場合、あなたは将来の水害の発生に対して不安を感じますか。当てはまるものに○を1つつけてください。

1. 物的な被害が水害保険などによりすべて補償されたとしても、不安はない
2. 物的な被害が水害保険などによりすべて補償されたとしても、すこし不安である
3. 物的な被害が水害保険などによりすべて補償されたとしても、かなり不安である

将来、今回の台風 23 号で受けた被害と同じだけの精神的被害を受ける可能性があること想定してください。その上で、引き続き精神的被害について伺います。理想的な水害保険で物的な被害が全て元どおりに補償されても、『水害による怖い思いや疲労感』『思い出や貴重品等の喪失』等の精神的な被害からは解放されません。そのため、以下の質問は現実的ではありませんが、水害で受けた精神的な苦痛を受けないという安心感を計測するためにお聞きするものです。

問 9. 仮に、水害で受けた精神的な苦痛を受けないという安心感をお金で買えるとしたら、あなたの世帯ではお金を支払いますか。

1. 支払っても良いと思う →問 9-1 へ
2. 支払う意思はない →問 9-5 へ

問 9-1. 支払っても良いと思うと回答された方へお伺いします。
では、あなたは年間（ D 円 ）円を支払う必要があるとします。その条件においてあなたは支払っても良いと思いますか。
※なお、支払うことにより、本来あなたが購入できる別の商品やサービスが減ることを想定してください。

1. はい →問 9-2 へ
2. いいえ →問 9-3 へ

問 9-2. では、（ D 円 ）ではなく、年間（ E 円）円を支払う必要があるとします。その条件においてあなたは支払っても良いと思いますか。

1. はい →問 9-4 へ
2. いいえ →問 10 へ

問 9-3. では、（ D 円 ）ではなく、年間（ F 円）円を支払う必要があるとします。その条件においてあなたは支払っても良いと思いますか。

1. はい →問 10 へ
2. いいえ →問 9-4 へ

問 9-4. では、あなたの世帯が支払っても良いと思われる金額をご記入ください。

年間（ ）万円 →問 10 へ

問 9-5. 支払う意思がない理由についてご記入ください。

問 9-6. 安心感を得るためには、何が必要だとお考えでしょうか。ご自由にお書き下さい。

問 10. 台風 23 号による水害に関することでご意見等がございましたらお書きください。

最後に世帯主（ここでは最も経済的に家計を支えている人として）のことについてお伺いします。統計処理のために必要な質問ですので、ご協力をお願いします。

問 11. 世帯主の性別に○をつけてください。

1. 男性
2. 女性

問 12. 世帯主の年齢に○をつけてください。

1. 20 歳以下
2. 21～24 歳
3. 25～29 歳
4. 30～34 歳
5. 35～39 歳
6. 40～44 歳
7. 45～49 歳
8. 50～54 歳
9. 55～59 歳
10. 60～64 歳
11. 65～69 歳
12. 70 歳以上

問 13. 世帯主の職業に○をつけてください。

1. 会社員
2. 自営業
3. 農業
4. 公務員・教職員
5. 学生
6. 無職
7. その他（ ）

問 14. 世帯主の扶養家族の人数に○をつけてください。

1. 1人
2. 2人
3. 3人
4. 4人
5. 5人
6. 6人以上
7. なし

ご協力ありがとうございました。

調査主体：京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻計画マネジメント論分野（小林研究室）

参考文献

- 1) 国土交通省河川局：平成16年版水害統計, 2006.
- 2) 建設省：社会資本整備に係る費用対効果分析に関する統一的運用指針（案），1999.
- 3) 建設省：治水経済調査要綱, 1970.
- 4) 国土交通省：治水経済調査マニュアル（案），2000.
- 5) 小林潔司, 湧川 勝己, 大西 正光, 伊藤 弘之, 関川 裕己：世帯の復旧資金の調達と流動性制約, 土木学会論文集 D, Vol.63, No.3, pp.328-343, 2007.
- 6) Tobin, J.: *Money, Credit, and Capital*, The McGraw Hill, 1998, 藪下史郎他訳：トービン金融論, 東洋経済新報社, 2003.
- 7) 斎藤誠, 柳川範之：流動性の経済学, 東洋経済新報社, 2002.
- 8) 大西正光, 横松宗太, 小林潔司：流動性リスクと地震保険需要, 土木学会論文集, No.793/IV-68, pp.105-120, 2005.
- 9) Zeldes, A.P.: Consumption and liquidity constraints: An empirical investigation, *Journal of Political Economy*, Vol.97, pp.305-346, 1989.
- 10) Hayashi, F.: The effect of liquidity constraints on consumption: A cross-sectional analysis, *The Quarterly Journal of Economics*, pp.183-206, 1985.
- 11) 新谷元嗣：日本の消費者と流動性制約～クレジット情報を用いた検証, 大阪大学経済学, Vol.44, pp.41-56, 1994.
- 12) Paxson, C.: Borrowing constraints and portfolio choice, *The Quarterly Journal of Economics*, pp.535-543, 1990.
- 13) Maki, A.: Liquidity constraints: A cross-section analysis of the housing purchase behavior of Japanese households, *The Review of Economics and Statistics*, Vol.75, pp.429-437, 1993.
- 14) 松浦克己, 白石小百合：資産選択と日本経済, 東洋経済新報社, 2004.
- 15) 澤田康幸, 清水谷諭：阪神淡路大震災による被害に対して人々はどう対処したのか, CIRJE Discussion Papers, 2005.
- 16) 小林潔司, 横松宗太：災害リスクマネジメントと経済評価, 土木計画学研究・論文集, Vol.19, pp.1-12, 2002.
- 17) 横松宗太, 小林潔司：非可逆的リスクと防災投資の経済便益評価, 土木計画学研究・論文集, No.16, pp.393-402, 1999.
- 18) 横松宗太, 小林潔司：防災投資による物的被害リスクの軽減便益, 土木学会論文集, No.660/IV-49, pp.111-123, 2000.
- 19) Jappelli, T.: Who is credit constrained in the U.S. economy, *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.105, pp.219-234, 1990.

- 20) 小林潔司, 湧川勝己, 田中勉, 幸弘美, 肥田幸子: 壊滅的洪水リスクの回避と費用便益分析, 河川技術論文集, 第8巻, pp.161-166, 2002.
- 21) Sawada, Y. and Shimizutani, S.: Are people insured against natural disasters? Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) Earthquake in 1995, CIRJE Discussion Papers, 2005.
- 22) Kohara, M., Ohtake, F. and Saito, M.: A test of the full insurance hypothesis: The case of Japan, *Journal of the Japanese and International Economics*, Vol.16, pp.335-352, 2002.
- 23) Tobin, J.: Estimation of relationships for limited dependent variables, *Econometrica*, Vol.26, pp.24-36, 1958.
- 24) Gourieroux, C.: *Econometrics of Qualitative Dependent Variables*, Cambridge University Press, 2000.
- 25) 奥村誠, 吉川和広, 園田稔康: 地域構造が変動する都市圏の不均衡モデルによる分析, 土木学会論文集, No.476/IV-21, pp.37-46, 1993.
- 26) Bowden, R.J.: *The Econometrics of Disequilibrium*, North-Holland, 1978.
- 27) Quandt, R.E.: *The Econometrics of Disequilibrium*, Blackwell, 1988.
- 28) 兵庫県: 兵庫県地価調査基準地価格要覧, 2005.
- 29) 日本不動産研究所: 田畑山林価格調査田畑価格及び山林素地価格等, 2005.
- 30) 関川 裕己, 湧川 勝己, 大西 正光, 小林潔司: 家計の流動性制約が水害被災家計の復旧過程に及ぼす影響, 都市計画論文集, No.42-3, 2007.
- 31) 梶谷義雄, 岡田憲夫, 多々納裕一: 災害復旧過程における人間活動の時空間分析に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.19(2), pp.305-312, 2002.
- 32) 津田尚胤, 貝戸清之, 青木一也, 小林潔司: 橋梁劣化予測のためのマルコフ推移確率の推定, 土木学会論文集, No.801/I-73, pp.69-82, 2005.
- 33) Lancaster, T.: *The Econometric Analysis of Transition Data*, Cambridge University Press, 1990.
- 34) 磯田和男, 大野豊: 数値計算ハンドブック, オーム社, 1990.
- 35) 横松宗太, 湧川勝己, 小林潔司: 家計の流動性制約と防災投資の経済評価, 土木学会論文集D, Vol.4, No.1, pp.24-42, 2008.
- 36) 湧川勝己: 治水経済便益の評価手法の高度化に関する研究, 京都大学博士論文(工学), 2007.

謝 辞

本論文を結ぶにあたり、本論文作成に際してご協力を頂いた方々へ感謝の意を申し上げます。京都大学工学研究科の小林潔司教授には、本論文を作成するにあたり終始適切なご指導、ご助言を頂きました。小林潔司教授には、3年間にわたり、研究のみならず、学外の方と接し、学習させていく機会を提供していただき、今後の小生の人生において得難い貴重な経験をさせて頂きました。深甚なる感謝の意を申し上げます。京都大学工学研究科の松島格也准教授には、研究に対する姿勢から研究方法に至るまで、終始適切なご指導、ご助言を頂きました。深謝の意を申し上げます。京都大学防災研究所の横松宗太准教授には、本論文の基礎となる理論研究を通じ、貴重なご助言、ご示唆をいただきました。横松宗太准教授には、実態調査にも快くご協力頂き、何事にも常に真摯な姿勢に多くを学びました。厚く御礼申し上げます。京都大学工学研究科の大西正光助教には、日頃より本論文に対して貴重なご指摘を頂き、日常生活においても大変お世話になりました。大西正光助教には、研究室での議論や作業に対するご助言を通じ、研究に対する情熱と真面目さを学びました。また、兄貴分として小生を優しく、時に厳しく可愛がってくださいました。厚く御礼申し上げます。財団法人国土技術研究センターの湧川勝己氏、矢野定男氏（現大阪府）、株式会社東京建設コンサルタントの幸弘美氏、見上哲章氏、環境防災本部の皆様には、本論文のケーススタディを取りまとめる上で、多大なるご協力と適切なご助言を頂きました。皆様のご協力とご指導なしに、本論文は完成しませんでした。深謝の意を申し上げます。計画マネジメント論研究室の先輩、同期、後輩には、本論文を取りまとめる上で、多大な協力を頂きました。互いに助け励ましあう仲間なしに、本論文を取りまとめることはできませんでした。厚く御礼申し上げます。大きな水害後であるにもかかわらず、私生活に踏み込んだアンケート調査にお答えいただいた、豊岡市庄境地区、鳥居地区、赤崎地区の区長様をはじめ、調査にご協力いただいた皆様には、大変ご迷惑をお掛けいたしました。皆様のご協力なしに本論文はなし得ませんでした。心より御礼を申し上げます。最後に、本日に至るまで小生が勉学に勤しむ絶好の環境を厭わずに供与してくれた両親へ多大なる感謝の意を表します。