

8. DR²AD model の改良に関する検討・実施

本章では、DR²AD model (ver1.0)の問題点や課題を明らかにし、DR²AD model (ver1.0)の改良に向けた検討を行う。その検討により得られた知見を踏まえて、ver1.0 の改良版である DR²AD model (ver1.4)の開発を行う。

8.1 DR²AD model (ver1.0) の改良に関する検討

DR²AD model (ver1.0)をパキスタンに適用した結果、概ね現況の再現ができ、将来災害に見舞われた場合においても、事前の防災投資を行うことにより継続的な経済成長が見込めることや、貧困の削減に貢献することを捉えることができた。

しかし、ホンジュラスに適用した場合、現況の再現が難しく、データの制約があったとはいえ、モデルの妥当性を示すことができなかった。

国や地域の災害特性、経済特性を踏まえた防災投資を評価するためには、更なる一般性を持ったモデルを開発することが求められる。モデルの改良に向け、現況の DR²AD model (ver1.0)の解決すべき問題点や課題を考察すると以下の点が挙げられる。

(1) 家計の設定に関する問題点・課題

○家計行動における災害発生の不確実性の考慮

Ver1.0 では、簡便化のため、家計は災害が将来どのタイミングで発生するのかを認知した上で、最も合理的な行動を取るという前提となっている。厳密には災害の発生を期待値的に扱うことが望ましいため、災害発生の不確実性を再現可能にすることが必要となる。

○人的資本の代理変数の変更

Ver1.0 では、人的資本の代理変数として就学率を用いている。本来、人的資本はストック変数であるが、データの制約からフロー変数である就学率を代理変数として選定したため、人的資本の形成過程の再現ができなかった。そのため、人的資本の代理変数の変更に関する検討が必要となる。

○人的資本形成関数の設定

Ver1.0 の人的資本形成関数は、簡便化のために人的資本（就学率）と所得との一次回帰式として設定した。今後の改良では、統計データを用いて実態に沿った関数形に特定化する必要がある。

(2) 企業の設定に関する問題点・課題

○企業行動の考慮

Ver1.0 では、簡易的に家計の行動が生産そのものを決める構造としたが、厳密な一般均衡モデルに改良し、企業の利潤最大化行動も考慮した形として、市場均衡問題から賃金率や資本レントの均衡解を内生的に求められるようにする必要がある。

(3) 災害の設定に関する問題点・課題

○災害被害率の設定

災害特性、地域特性に応じた災害の影響の考慮や、産業別、所得階層別の災害被害率の設定方法等が課題である。また、防災対策毎の投資効率性を判断可能にするために、ハード及びソフトの各種防災対策メニューに応じて、どの程度被害率が軽減されるのかといった知見の導入も必要である。

(4) アウトプットに関する問題点・課題

○評価指標の多項目化

MDGs 等で掲げられている開発目標の達成度評価に資する指標の導入は、今後、防災投資効果を定量的に説明していく上で有益となるため、評価指標を多項目に拡張していくことが望ましい。

8.2 DR²AD model (ver1.0) の改良の実施

DR²AD model (ver1.0)の改良の実施にあたり、DR²AD model に求められる要件を踏まえた上で、前段で整理した ver1.0 の問題点や課題を解決できるように改良を実施する必要がある。まずは、DR²AD model に求められる要件を以下に整理する。

■要件 1

災害リスクや防災投資が経済成長に及ぼす効果について均衡モデルを用いて分析する。
(災害種別かつ各種被害率（人的、物的、金融、人口等）の変化を表現)

■要件 2

災害が所得階層毎の成長や貧富の格差に与える影響を分析するとともに、防災投資が所得分布に与える効果を表現する。
(所得階層による成長速度の変化、貧富の格差の軽減、人的投資による教育水準の向上等)

これらを勘案して、改良を実施したモデルを DR²AD model (ver1.4)とする。ver1.4 の具体的な定式化やプログラミング等については、第 4 章の利用マニュアルに記載している。

DR²AD model (ver1.4)の主な改良項目について、以下の通りまとめる。

(1) 家計の設定の改良点

○家計行動における災害発生の不確実性の導入

Ver1.4 では、家計は災害発生の不確実性を考慮しながら最も合理的な行動を取るよう改良した。最適値関数に期待値操作を導入することで、災害発生を期待的に扱うことを可能にしている。

○人的資本の代理変数の変更

Ver1.4 では、人的資本の代理変数として就学年数を選定した。教育に投じた時間により、就学年数が増加する過程を再現し、人的資本をストック変数として扱えるように改良した。なお、教育に投じた時間に応じた教育費用関数を別途設定している。

○教育費用関数の設定

ver1.4 では教育費用関数を導入した。一般に初等教育、中等教育、高等教育、大学教育と徐々に教育費が増加していくことから、教育費用関数は凹関数を仮定している。教育費用関数により決定された教育費用に応じて人的資本が形成される。

(2) 企業の設定の改良点

○所得階層毎の企業行動の導入

Ver1.4 では、所得階層毎に代表的企業を導入することで、市場に外部経済性がない状態を作り出し、社会最適化問題を市場均衡問題と等価にしている。一般的に、社会最適化問題を解く方が解析計算は容易である。本設定により、ver1.0 で課題となっていた賃金率及び資本レントを外生変数から内生変数にするという点が解消される。

Ver1.4 の課題等は第 9 章及び第 10 章で取り纏める。

8.3 DR²AD model (ver1.0 と ver1.4) の特徴整理

DR²AD model (ver1.0)と改良版である DR²AD model (ver1.4)の主な特徴の整理及び比較を行う。以下、モデルの特徴比較表である。

表 DR²AD model の特徴比較表(ver1.0 と ver1.4)

Version	Excel モデル版	最適値関数推計モデル版
呼称	Ver1.0	Ver1.4
利用ツール	Microsoft Excel	MATLAB
モデルの性格	動学的（離散時間）	動学的（離散時間） <u>＋確率的</u>
経済主体（家計）	・所得階層別（5階層）の代表的 <u>世帯</u>	・所得階層別（5階層）の代表的 <u>個人</u>
産業構成（企業）	1国1企業	1国1企業 (所得階層別に代表的企業が存在)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ Excel の非線形連立方程式のソルバー機能を用いた簡便的な計算 ・ 貸金率 w と利子率 r を外生的に設定 ・ 災害がいつ発生するかを既知としたうえで生涯効用関数を最大化するように行動 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 社会最適化問題として、家計の生涯期待効用関数を最大化するように行動することで、最適解を算出 ・ 最適値関数の関数形を過去の統計データを用いて推計
長所	・ 防災投資効果の有無による経済成長の差異の <u>大まかな傾向</u> を捉えることが可能	・ <u>精緻な最適解</u> を算出し、経済成長や格差問題を把握することが可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ Excel のソルバー機能に限界あり、均衡計算、長期にわたる予測が困難な場合もある ・ 初期値に解が大きく依存 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各所得階層が独立しているため、階層毎の交易や交流が考慮されない ・ 動学的問題における経済主体の完全な合理性を追求したモデルであり、複雑なモデル構造をしているため、空間や多産業を考慮するといった拡張が困難
適用が適切な社会条件の対象国	・ 特になし（パキスタンにて試算）	・ 貧富に差がある地域間（都市と地方間等）での交易が少ない国

第9章にて ver1.4 のケーススタディを実施し、ver1.4 の問題点や課題を明らかにする。ケーススタディによって、問題点や課題を明確にした上で、モデルの更なる改良に向けた今後の展開や将来的な展望を整理する。

9. DR²AD model の改良に伴う変更・修正作業の実施

9.1 利用マニュアルの変更・修正作業の実施

DR²AD model の改良に伴い、Ver1.0 の利用マニュアルを変更・修正し、新たに Ver1.4 の利用マニュアル（日本語・英語）を作成した。

4 章に記載した利用マニュアルは、変更・修正を反映した Ver1.4 の利用マニュアルとなっている。

9.2 入力データの改善とモデルの頑健性に関する感度分析の実施

Ver1.4 に使用する入力データの改善とモデルの頑健性を確認するための感度分析を実施する。

(1) Ver1.4 を用いた感度分析の実施

Ver1.4 を用いてパキスタンの入力データを利用したケーススタディにより、4 章利用マニュアルのアウトプットの章に示す通りの結果が得られた。

ここでは、ケーススタディに用いた入力データの感度分析を行うことにより、各入力データがモデルのアウトプットに与える影響を分析し、入力データの改善につなげる。

また、入力データを変更することによる Ver1.4 の頑健性も併せて確認する。

1) 感度分析の実施方針

Ver1.4 の感度分析を行い、入力データの改善やモデルへの適用性、汎用性を把握する。

初回の感度分析では以下のパラメータを変化させるものとする。

○階層別の平均就学年数

Ver1.4 では人的資本の代理変数として、平均就学年数を採用している。

ただし、平均就学年数のデータは国家全体の平均データしか存在しないため、階層別に按分することが困難である。

本来、平均就学年数は階層別に異なるものであるため、階層別データの存在する平均就学率を用いて、平均就学年数を階層別に按分し、それを使用するものとする。

○計算期間

計算期間は、初期設定として 20 年としている。

ここでは、計算期間をより長期化させ、それに伴う計算結果の変化を把握する。

○社会的割引率と相対的危険回避度

社会的割引率と相対的危険回避度を変化させて感度分析を行う。前者は生涯期待効用を最適化する際の家計の視野の長さに影響し、後者は災害に対する家計のリスク回避度合に影響する指標である。

2) 感度分析の実施結果

感度分析の実施結果は、下記の通りである。

○階層別の平均就学年数を設定することによる影響

各所得階層に応じた平均就学年数を設定した結果、GDP は減少、ジニ係数も減少する傾向が見られた。従って、就学率などの階層別データがある場合はこれを用いて平均就学年数を階層別に按分するものとした。

○計算期間を長期化させることによる影響

計算の結果、GDP は計算期間が長くなると、期間が経つにつれて爆発的に成長することが判明した。現実では、超長期にわたって生産関数や所得状況が不変ではないこと、将来的には所得階層の入れ替わりが発生することなどを考慮すると、超長期に渡る計算は非現実的な予想になる傾向があることが判明した。

○社会的割引率と相対的危険回避度の変化に伴う影響

社会的割引率、相対的危険回避度の変化はモデルの計算結果の方向性を大きく変えるものではないことが判明した。今後、国によってパラメータ設定を変えることが考えられるが、本モデルでは初期設定をそのまま使用することとする。

表 人的資本に階層別の平均就学年数を変化させた場合の感度分析

		人的資本（平均就学年数）	
		階層間一定	階層間変化
GDP			
		GDP は減少する。	
ジニ係数			
		ジニ係数は減少する。	
階層別消費			
		消費は全階層において減少する。	

9.DR2AD model の改良に伴う変更・修正作業の実施

表 計算期間を変化させた場合の感度分析

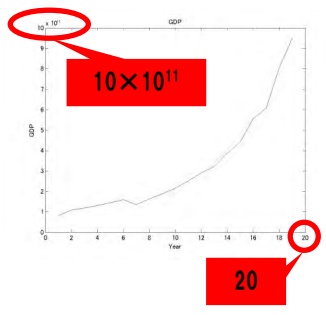
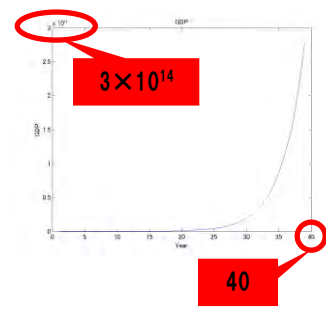
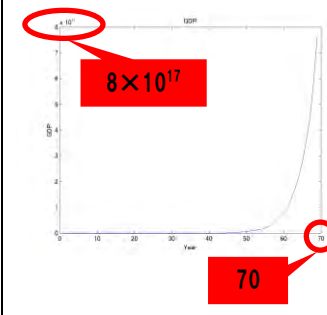
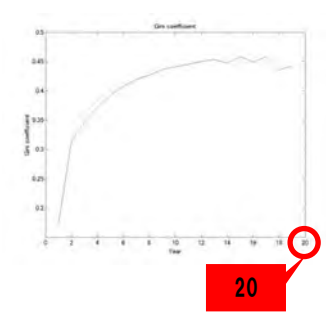
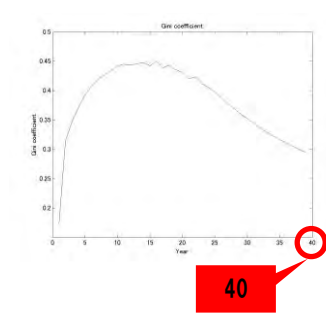
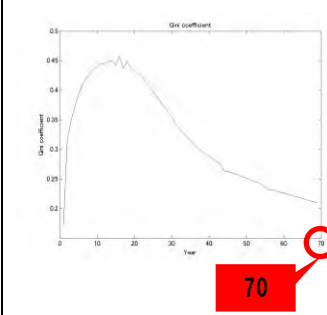
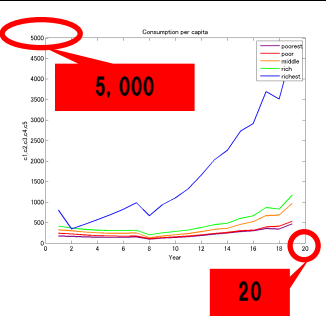
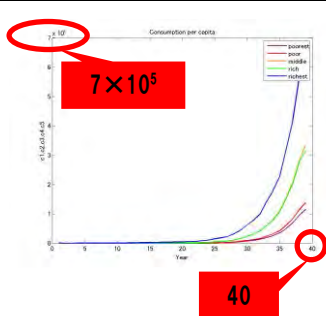
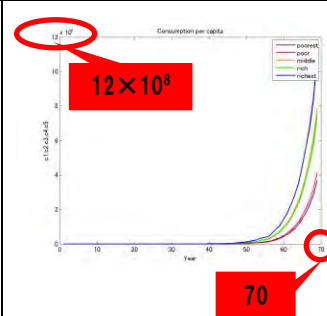
	計算期間		
	20年	40年	70年
GDP	 <p>10×10^{11}</p> <p>20</p>	 <p>3×10^{14}</p> <p>40</p>	 <p>8×10^{17}</p> <p>70</p>
20年以上の計算期間の場合、GDPが計算期間終盤で指数関数的に上昇する。			
ジニ係数	 <p>20</p>	 <p>40</p>	 <p>70</p>
20年を境にジニ係数は減少傾向に転じる。			
階層別消費	 <p>5,000</p> <p>20</p>	 <p>7×10^5</p> <p>40</p>	 <p>12×10^8</p> <p>70</p>
最富裕層が際立って成長している傾向はかわらないが、相対的な格差は減少する。			

表 社会的割引率を変化させた場合の感度分析

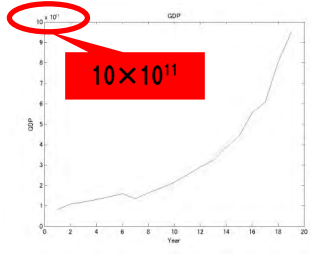
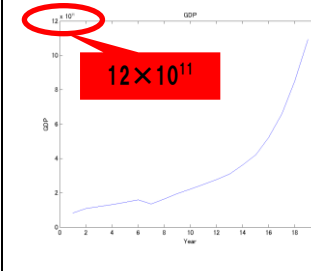
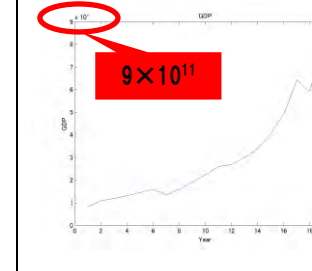
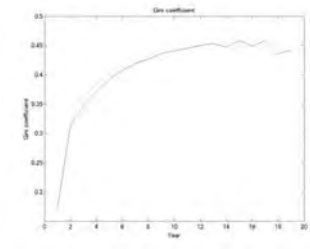
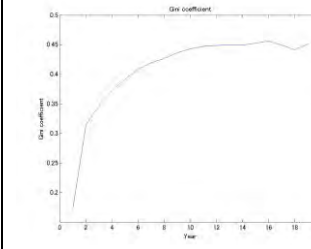
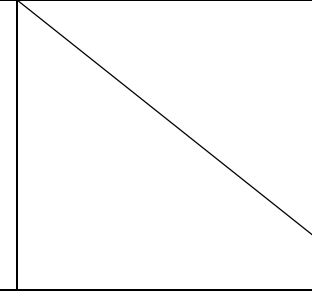
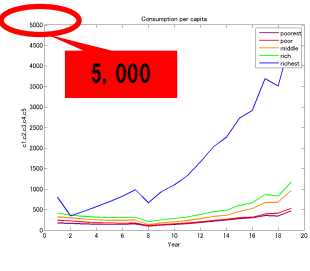
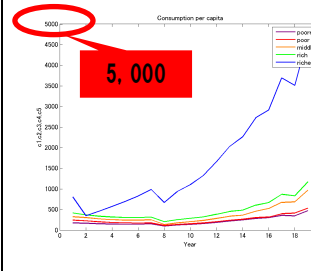
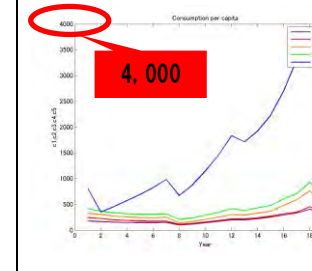
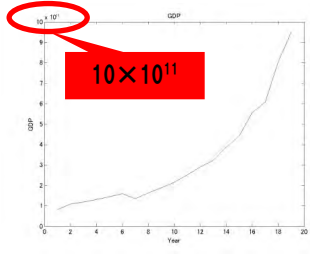
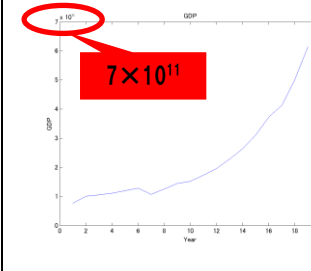
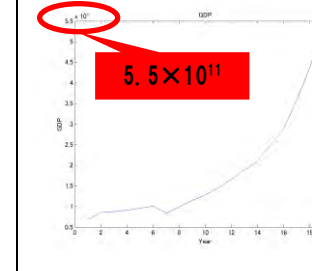
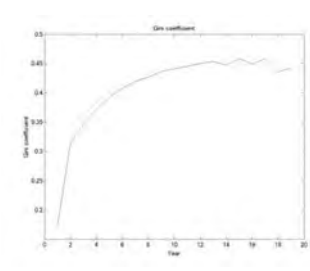
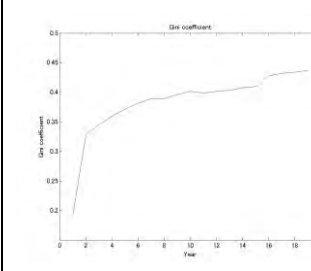
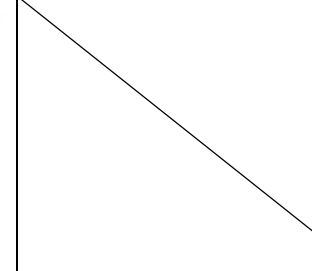
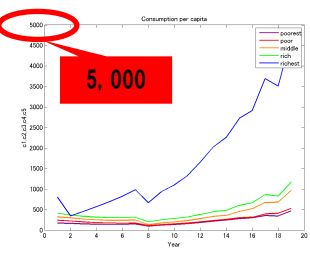
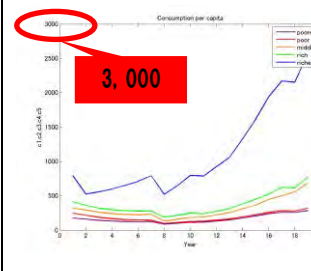
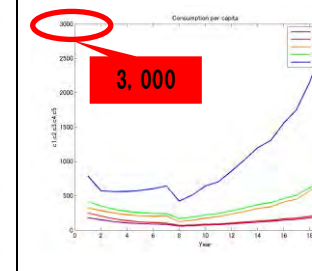
		社会的割引率 ρ		
		0.05	0.1	0.2
GDP				
	GDP は大きく変化しない。(一番右は災害による変化)			
ジニ係数				
	ジニ係数は大きく変化しない。			
階層別消費				
	階層別消費は大きく変化しない。(一番右は災害による変化)			

表 相対的危険回避度を変化させた場合の感度分析

相対的危険回避度 θ			
	2.0	1.5	1.2
GDP	 <p>10×10^{11}</p>	 <p>7×10^{11}</p>	 <p>5.5×10^{11}</p>
GDP は若干減少傾向にある。			
ジニ係数			
ジニ係数は大きく変化しない。			
階層別消費	 <p>5,000</p>	 <p>3,000</p>	 <p>3,000</p>
階層別消費は大きく変化しない。			

3) Ver1.4 での感度分析のまとめと課題

以上より、人的資本を階層別に分割し、計算期間は社会的割引率を考慮して 20 年としたうえで、相対的危険回避度、社会的割引率は変更しないものとする。パキスタンのケースに限定されるが、モデルに一定の頑健性が確認された。

そのうえで、モデルの結果を分析すると、階層別の成長度合いが現実の挙動から比べると乖離しているものが見られた。

○最富裕層の極端な成長と格差拡大

モデルの計算結果から、最富裕層だけが極端な成長をし、格差が拡大する傾向にあった。

最富裕層は初期資産が多いため、生涯期待効用を考慮した結果、初期の人的投資を最大限に行う傾向があるためと判断された。これにより、2 年目以降の労働生産率が急上昇するため、そこから格差が生まれてしまう。その他の階層については、人的投資を十分に行う資産がないため、消費に資産を回し、人的投資は後回しにされる結果、格差が生じる。

上記の結果を踏まえて、人的資本の急激な成長を抑える必要があることを判断した。

(2) Ver1.4 での感度分析を踏まえたモデルの改善

1) 人的資本の前提

Ver1.4 では平均就学年数のみを用いて人的資本を設定している。人口の増減がなく、世代間の入れ替わりのみ行われるため、平均就学年数は 1 期で 1 年以上は伸びないことが望ましい。

2) 人的資本の設定方法

人的資本の急激な成長を抑える試行として、人的資本 (=平均就学年数による代理変数) の 1 年あたりの上昇にキャップを付けることとする。本手法では、以下を仮定して計算を行う。

○家計が教育投資と成長の関係を理解しておらず、成長を見込んで教育投資を行うが、1 年で人間が教育により成長できる限界があると考えられるため、期毎の人的資本の上昇分に上限値を設定する。この場合、人的投資を過大に行うと投資が無駄になることもありうる。

3) 試算結果

計算の結果は以下の通りとなった。人的資本の成長が抑制されたことで階層間の極端な差は解消されたことがわかる。

- 人的資本の成長に制約をつけたため、最富裕層の極端な成長は抑えられている（図の青線）。
- 格差が減少する一方で、人的資本の成長が抑えられるため、GDPは減少する。

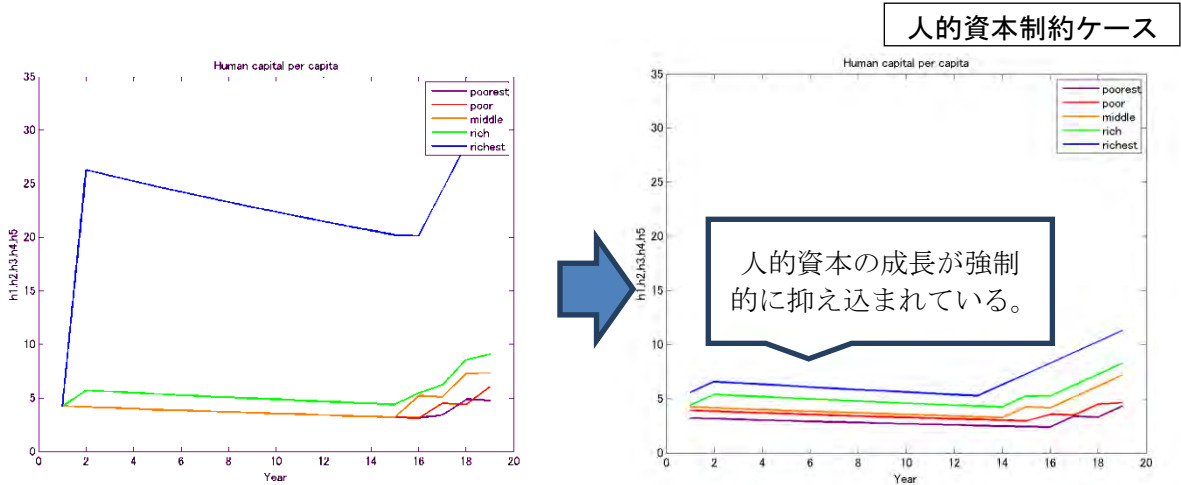


図 人的資本の変化（人的資本制約ケース）

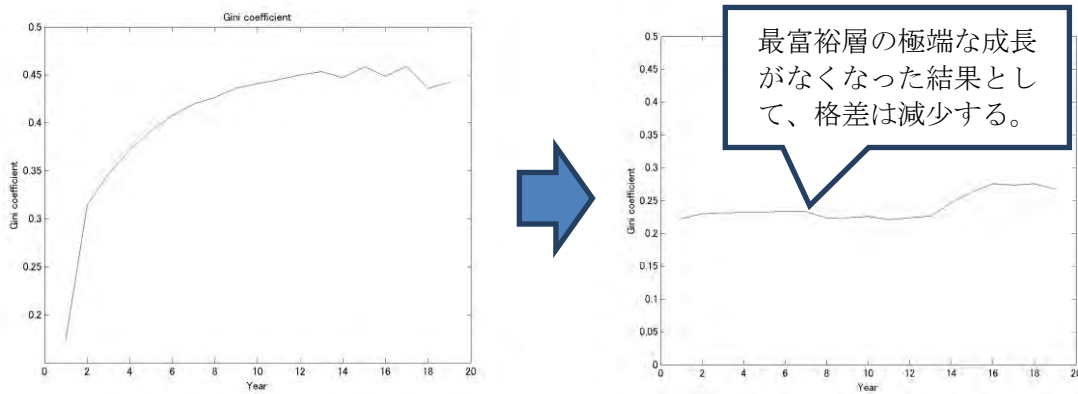


図 ジニ係数の変化（人的資本制約ケース）

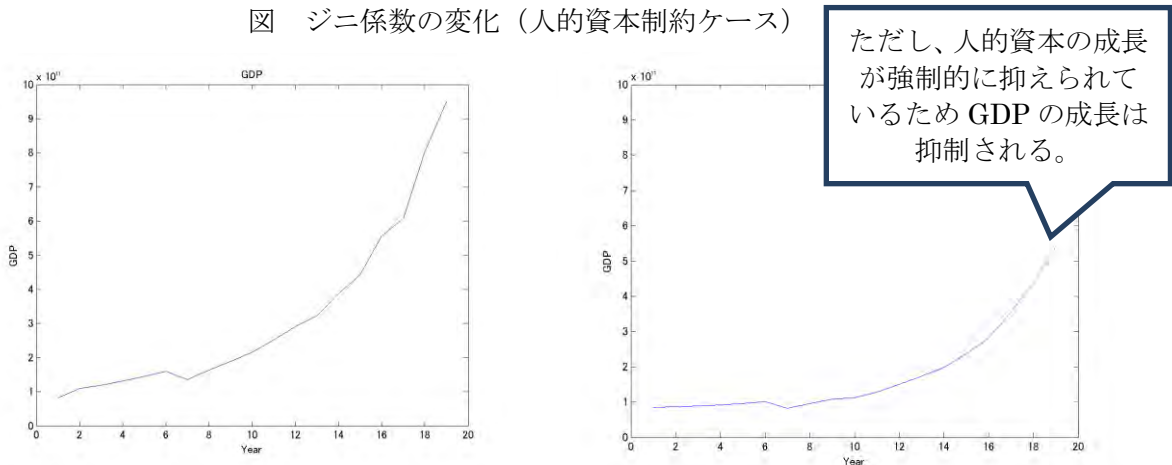


図 GDP の変化（人的資本制約ケース）

4) 試算結果の課題

現在の仮定は、社会的計画者の存在を前提にするモデルの上では適切な手法であるとは言えないため、今後は、社会的計画者の存在を前提として、以下の仮定を取り込み、モデルを構築することが理論であり整合的であると考えられる。

○家計が教育投資と成長の関係を理解している。教育投資をしても、毎年一定限度の成長しかできないと理解した上で、期毎に人的資本を含め消費や投資を行っていく。

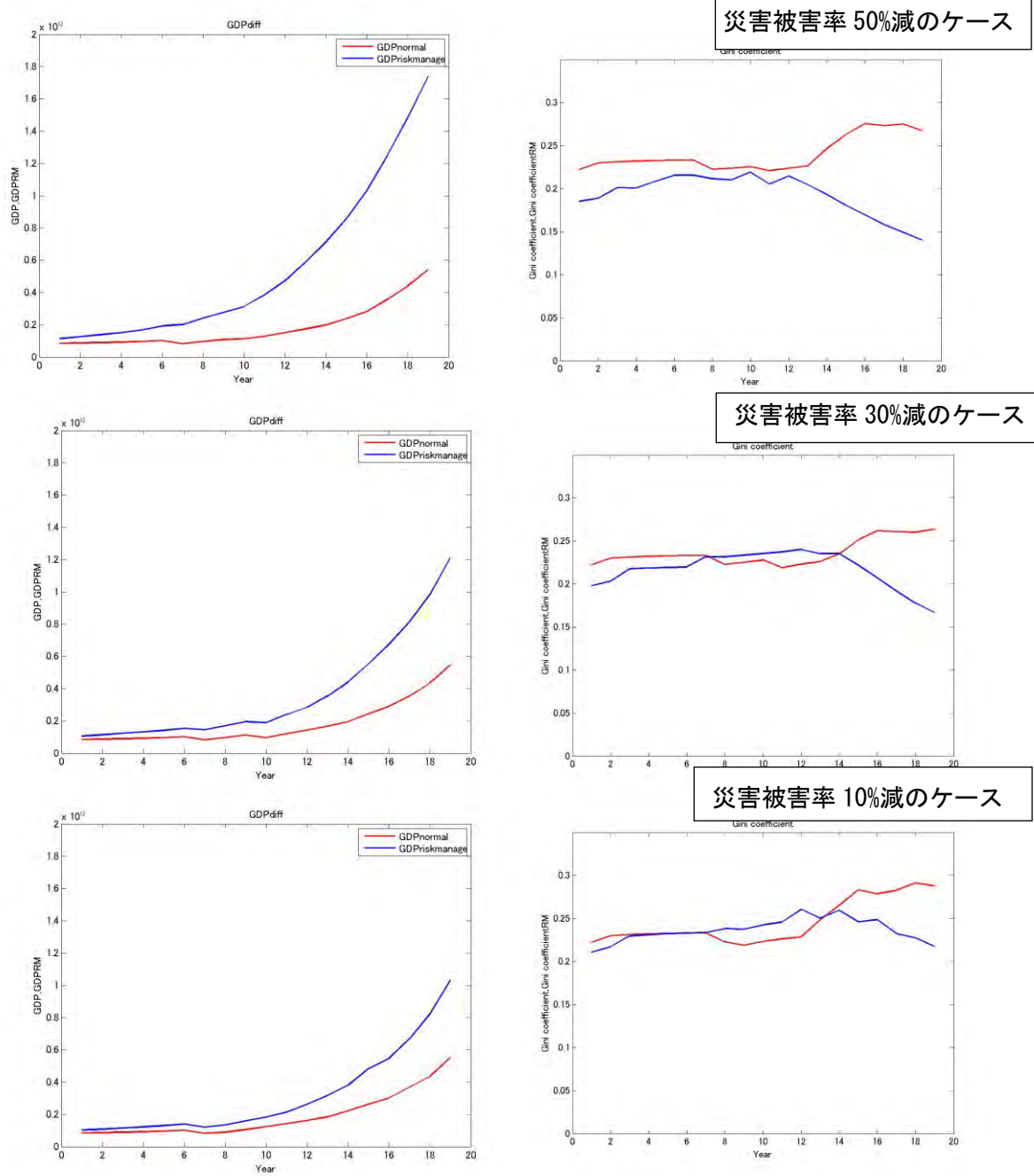
プログラムの計算上は、 c, m, z の投資の割り振りをする段階で、フローの人的資本の変化量に制限を設けることで実行される。実際の計算については今後の課題とする。

(3) Ver1.4 における防災投資による感度分析

Ver1.4 において、全ての災害規模・全ての被害率に対して、防災投資により被害率を 10% 減、30%減、50%減が成立したという 3 つのシナリオで計算を行った。

災害がランダムに発生するため、複数回のシミュレーションを実施し、災害発生パターンが近似しているケースを用いてグラフを描写した。

○結果としては、被害率 10%減と 30%減との間では大きな変化は見られない一方で、被害率 30%減と 50%減との間では 20 年後の結果に大きな差異が表れることが確認された。
 ○結果は一例であるが、防災投資効果による災害被害減少率を変化させた場合の経済成長や格差について把握し、政策分析に活用することが可能と考えられる。



※いずれも、青字が防災投資効果有、赤字が防災投資効果無のケース。

図 防災投資度合いを変化させた場合の GDP(左)及びジニ係数(右)の変化

(4) Ver1.4 での再度のモデル改善

Ver1.4 においてこれまで計算上の簡便化のために近似を加えていた物的消費の数値計算を、ニュートン法を用いたより厳密な計算を行った結果、人的資本に強制的な制約をかけることなく最適成長を行えることが可能となった。結果は以下に示す通りであり、防災投資を行うことでより GDP が時間的に伸びること、ジニ係数も減少傾向にあることが確認された。

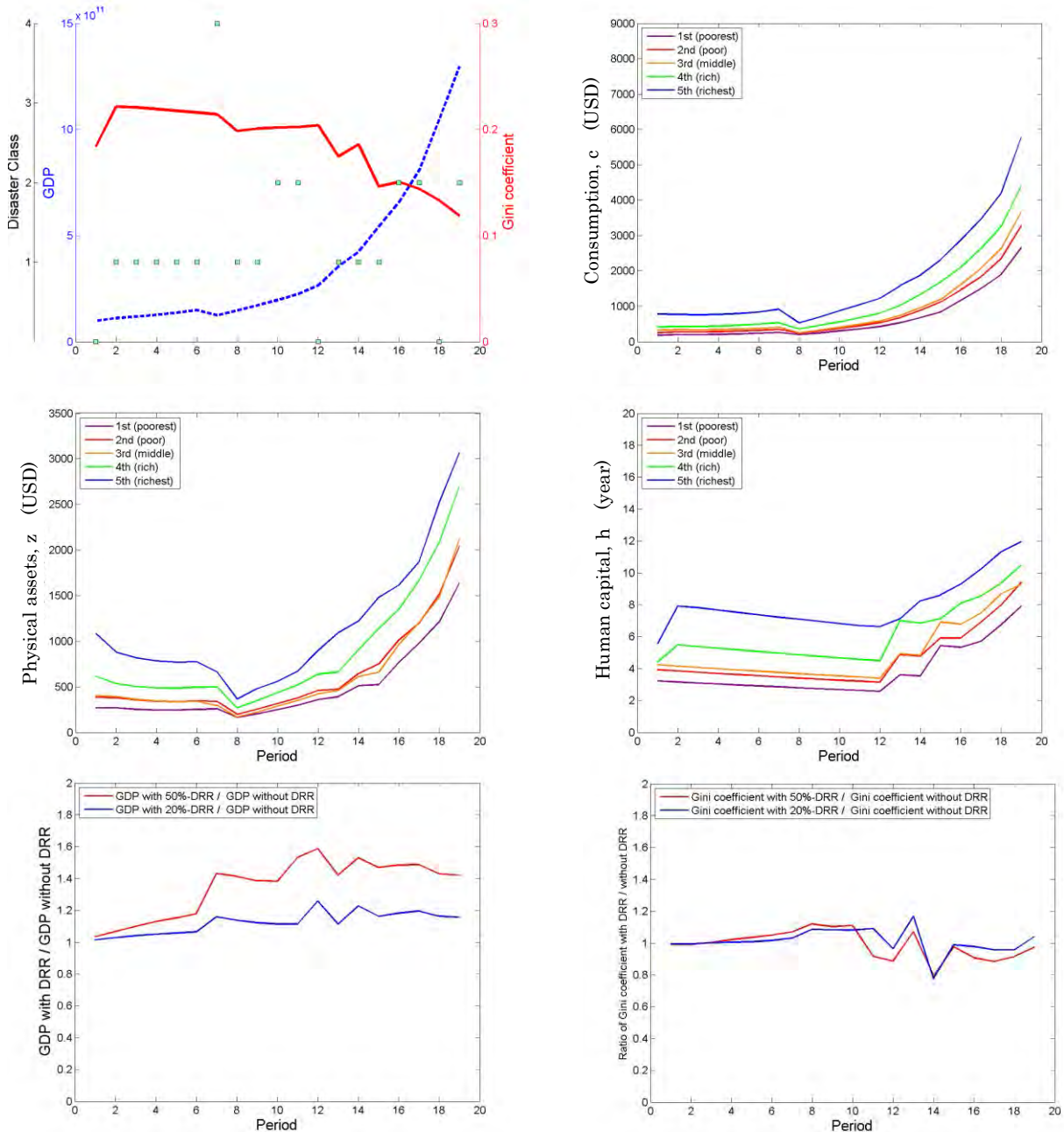


図 パキスタンのケーススタディにおける GDP、ジニ係数の推移（左上）と各階層の消費傾向（右上）、物的資産消費傾向（左 2 列目）、人的資本（右 2 列目）、防災投資有(50%,20%)/防災投資無の GDP の推移（左 3 列目）、防災投資有(50%,20%)/防災投資無のジニ係数の推移（左 3 列目）

時系列及び所得階層間の支出配分を確認するため、消費、物的消費、人的投資への支出配分をシミュレーションにより確認した。時系列的な支出配分については第一クラス、所得階層間の支出配分については計算期間 2 年目と 15 年目の配分結果を算定した。

時系列的な支出配分を確認すると、時間の経過とともに支出額が上昇し、特に消費の割合が増加していることが分かる。人的投資については、計算期間 12 年目に投資割合が急増していることが確認できる。これは、計算期間 12 年目以前の期間で巨大災害による資産損失が少なく、生活にゆとりができたために人的投資が急激に行われたものと考えられる。

所得階層間の支出割合を確認すると、2 年目においては全体的に物的投資の割合が高いことが確認できる。15 年目になると、物的投資の割合が減少する一方で、全ての階層で消費割合が 40%程度から 60%程度まで増えていることが確認できる。また、全ての階層において、教育投資の割合は 10%に満たない結果となった。

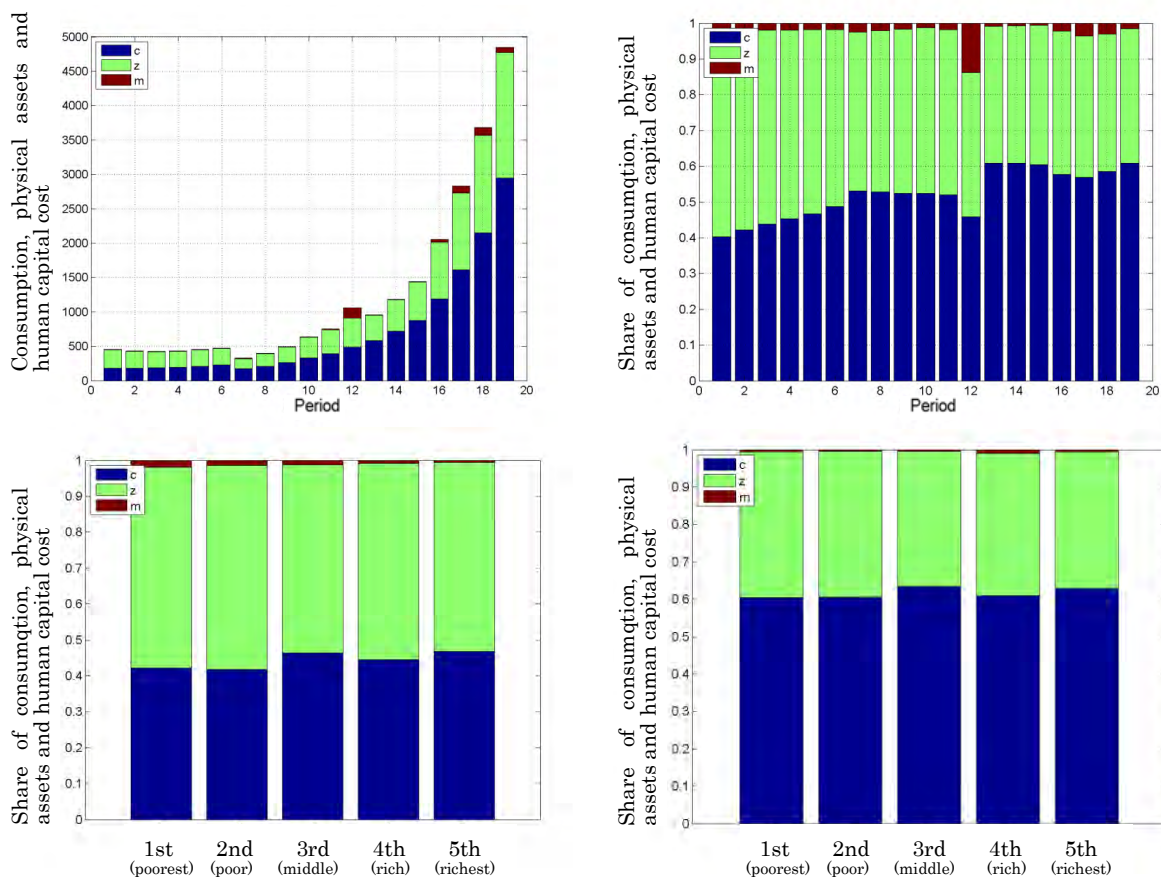


図 パキスタンの第 1 クラスの消費傾向の推移 (1 列目左) とその割合 (1 列目右)、計算 2 期目の階層別の消費割合 (2 列目左)、計算 15 期目の階層別の消費割合 (2 列目右)、

9.3 Ver1.4 での他国におけるケーススタディ検討

パキスタンのデータセットを用いてモデルの構築した DR²AD model (Ver.1.4) を、Ver1.0 のケーススタディの対象国であるインドネシア、ホンジュラスについても適用することで、モデルの改善に向けた検討を行う。

ケーススタディの目的は、社会特性や産業特性が異なる国における DR²AD model の適用性に関する検証と課題を抽出することにあることから、課題等の抽出にあたっては、入力データの精度や、データ入手・設定方法の課題や産業構造等の違いに起因する課題等の DR²AD model の改善につながるように整理する。

なお、防災投資効果の検証は、①防災投資無のケース、②防災投資により災害被害率がすべての災害規模・すべての階層に対して一律で 50%減少するケース、③防災投資により災害被害率がすべての災害規模・すべての階層に対して一律で 20%減少するケースの 3 つを比較することで行った。

(1) インドネシアにおけるケーススタディ検討

1) 入力データ

インドネシアのケーススタディを行うにあたり、入力データとして以下のデータを設定した。入力データは、生データをそのまま用いる、あるいはモデルに適合するように加工することにより設定している。データ設定が困難なパラメータに関しては、他国のデータ等により設定した。

表 インドネシアを対象としたモデルの検証、ケーススタディにおける初期値

変数	設定方法	インドネシアにおける設定値
■社会経済データ		
n_j	人口	所得階層ごとの人口のデータであり、統計データから設定する。 ■総人口（2000年） 208,938,698人 ※出典：世界銀行 ■階層別人口（1994年） ⇒総人口を所得の大きさに応じて5階層に分配 各階層：41,787,740人 (各階層それぞれに人口の20%がいる)
ρ ロー	社会的割引率	各国の実態に基づき設定する。 0.12 ※出典1：プロジェクト評価論 2004 #5 便益と費用の割引と評価基準、駒井昌明 ※出典2：Environmental Economics, Yasuhisa Hayashiyama
δ_z デルタ	物的資産減耗率	各国の実態に基づき設定する。 0.2 ⇒データの制約のため、パキスタンの値を使用
δ_k	生産資本減耗率	各国の実態に基づき設定する。 0.02 ⇒データの制約のため、パキスタンの値を使用
r_j	利子率	家計と企業の均衡によって決定されるため、内生的に定まる。

9.DR2AD model の改良に伴う変更・修正作業の実施

変数		設定方法	インドネシアにおける設定値
B	技術進歩係数	生産関数をもとに、GDP を予測する際に補正值として設定。技術進歩は必要に応じて外生的に設定する。	118.7447 ⇒GDP の初期値/ $H(0)^{\alpha_1}K(0)^{\alpha_2}T(0)^{\alpha_3}$ 毎年 $(1 + 0.075)^{t-1}$ で成長すると設定。 ※設定方法は 5.3.1(1)に記載
α_i	生産関数のシェアパラメータ	生産関数をコブ=ダグラス型で設定した際の生産量の人的資本、物的資本、土地の分配比率から設定する。	$\alpha_1=0.5129$ $\alpha_2=0.40$ $\alpha_3=0.0871$ ※出典: FINANCIAL SOCIAL ACCOUNTING MATRIX INDONESIA 2005
■家計のデータ			
c_j^l	消費財 (非耐久)	最適化計算の中で、各期の投資額とストックが算定され、内生的に定まる。ただし、初期値は家計調査のデータを使用する。	1 st (poorest) : \$340 2 nd (poor) : \$473 3 rd (middle) : \$597 4 th (rich) : \$757 5 th (richest) : \$1,378 ⇒GDP の総貯蓄から人的資本投資を差し引いた分を消費財と耐久消費財に分配 ※出典 : World Bank, Key Indicators for Asia and the Pacific 2013
z_j	物的資産 (家屋・家財)	最適化計算の中で、各期の投資額とストックが算定される。ただし、初期値は家計調査のデータを使用する。	1 st (poorest) : \$1,015 2 nd (poor) : \$1,414 3 rd (middle) : \$1,783 4 th (rich) : \$2,263 5 th (richest) : \$4,119 ⇒GDP の総貯蓄から人的資本投資を差し引いた分を消費財と耐久消費財に分配 ※出典 : World Bank, Key Indicators for Asia and the Pacific 2013
θ	相対的危険回避度	既存研究データにより設定	2 ※参考 : Kraay and Raddatz (2007), Poverty traps, aid, and growth, Journal of Development Economics, 82, 315-347.
\bar{c}	生存必要消費額	既存研究データにより設定	0 と仮定 ※David (1998)では、「The least cost requirement for sustaining an individual's minimum dietary needs is approximately \$300 a year (in 1980 dollars).」と紹介されている。
b_j	金融資産	国民総貯蓄のデータから、層別に所得比率等により按分して設定。毎期の均衡問題を解くことで、内生的に定まる。ただし、初期値は家計調査のデータを使用する。	1 st (poorest) : \$1,109.9 2 nd (poor) : \$1,546.8 3 rd (middle) : \$1,949.8 4 th (rich) : \$2,474.7 5 th (richest) : \$4,504.5 ※出典 : World Bank
\bar{T}_j	土地面積の合計	金融資産の階層別シェアを参考に設定	1 st (poorest) : 9.6% 2 nd (poor) : 13.4% 3 rd (middle) : 16.8% 4 th (rich) : 21.4% 5 th (richest) : 39.8%
ξ_j グザイ	物的資産形成	物的投資が求められれば内生的に算定される。	z_j が決まると内生的に定まる。
h_j	人的資本	平均就学年数等を代理変数として人的資本の蓄積を設定する。各国の統計データから層別の就学年数のデータを設定する。	1 st (poorest) : 4.6years 2 nd (poor) : 4.6years 3 rd (middle) : 4.6years 4 th (rich) : 4.6years

9.DR2AD model の改良に伴う変更・修正作業の実施

変数		設定方法	インドネシアにおける設定値
			5 th (richest) : 4.6years ※出典 : UNESCO
m_j^l	時間単位の人的投資	内生的に定まる。	内生的に定まる。
δ_h デルタ	人的資本の減耗率	教育投資額と人的資本の関係から推計する。 ※人的資本の減耗を考慮する変数。	0.1 ⇒インドネシアの平均就学年数から推計。
w_j	賃金率(1 人的資本当たり)	家計と企業の均衡によって決定されるため、内生的に定まる。	内生的に定まる。
η_i イータ	人的資本費用関数のパラメータ	一人当たりの政府・家計の教育投資額と人的資本変化の関係から推計する。 ※教育に投じる時間を費用に変換する関数のパラメータ $\eta_j'(m_j) > 0$ $\eta_j''(m_j) < 0$	η_0 : 247.44259 η_1 : -1114.43923 1290.71 1390.71 η_2^l : 1490.71 1590.71 1690.71 ※出典 : UNESCO, World Bank
γ_i ガンマ	消費のシェアパラメータ	$\gamma_1 + \gamma_2 = 1$ で個別の値は内生的に定まる。	内生的に定まる。
■災害データ			
ω_j^l	災害による人的資本の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.0000608%~2.44535051% ⇒データの制約のため、今回はパキスタンの被害データを適用。各階層で災害被害率を一定としている。
φ_j^l	災害による物的資産の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.00%~0.00001323% ※出典 : DESINVENTAR より推計
ψ^l	災害による金融資産の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.00%~0.00001323% ※出典 : DESINVENTAR より推計
τ^l	災害による土地の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.00%~5.8834% ※出典 : DESINVENTAR より推計

2) ケーススタディ結果

○経済成長の過程

インドネシアを対象としたケーススタディにより将来予測を行った結果、時間とともに、GDPが増加していくことが確認された。次頁に示す通り、消費や物的消費、人的資本の増加とあわせて GDPが増加していることがわかる。

○災害被害の影響

災害の影響は非常に少なく、経済が成長していることがわかる。インドネシアにおいては、経済規模が他のケーススタディ対象国と比べ大きいため(2010年1人あたり名目GDP\$2,985、2010年パキスタン\$1,034、2010年ホンジュラス\$2,064)、災害被害率が相対的に小さくなり、災害発生による経済成長の阻害をあまり受けないことが確認された。

○人的資本の推移

パキスタンと異なり、人的資本に投資をし続け人的資本が一定の伸び率を示しており、大きな人的資本の飛躍は見られなかった。これは、パキスタンと単位当たりにかかる人的資本コストの関数が異なり、あるタイミングで一度に人的資本に投入するよりも、毎年一定程度の人的資本を投資した方が効率的と判断した結果と推察される。

○投資配分のバランス

階層ごとの結果に着目しても、消費、物的消費、人的資本それぞれが同様に計算期間を経るにつれて成長していくことが確認された。

さらに、階層別の消費、物的消費、人的投資、金融資産(貯蓄)への配分を計算期間2年目、15年目で見ていくと、2年目においては全体的に金融資産への投資が多く、その中でも資産に比較的余裕のある最富裕層は教育に投資を行う一方で、貧困層では殆ど教育投資に費用を割いていないことが確認できる。しかし、15年目になると、全ての階層で投資傾向は共通となり、計算初年度に比べて消費の割合が60%程度から80%程度まで増えている。さらに、教育投資についても10%程度の投資を行っていることが確認された。

○防災投資の有無による傾向

一方、防災投資の有無に着目したところ、防災投資を行わないケースの方が防災投資を行ったケースに比べて経済が成長する傾向となっている。相対的にみれば、防災投資を50%行ったケースの方が、防災投資を20%しか行わなかったケースよりも成長しているが、いずれも防災投資を行わないケースに比べて低い成長であり、理論的に整合しない結果となった。

これは、インドネシアにおいて災害被害率が非常に小さいこと、また最適値関数の設定が防災投資をしないケースにおいてなされているため、防災投資をしたケースにおいては最適な行動が厳密にはできていないことが、防災投資無に比べて成長速度が遅れている要因となっていると推察される。

これらについては感度分析の章において追加考察をすることとした。(p9-25以降を参照)

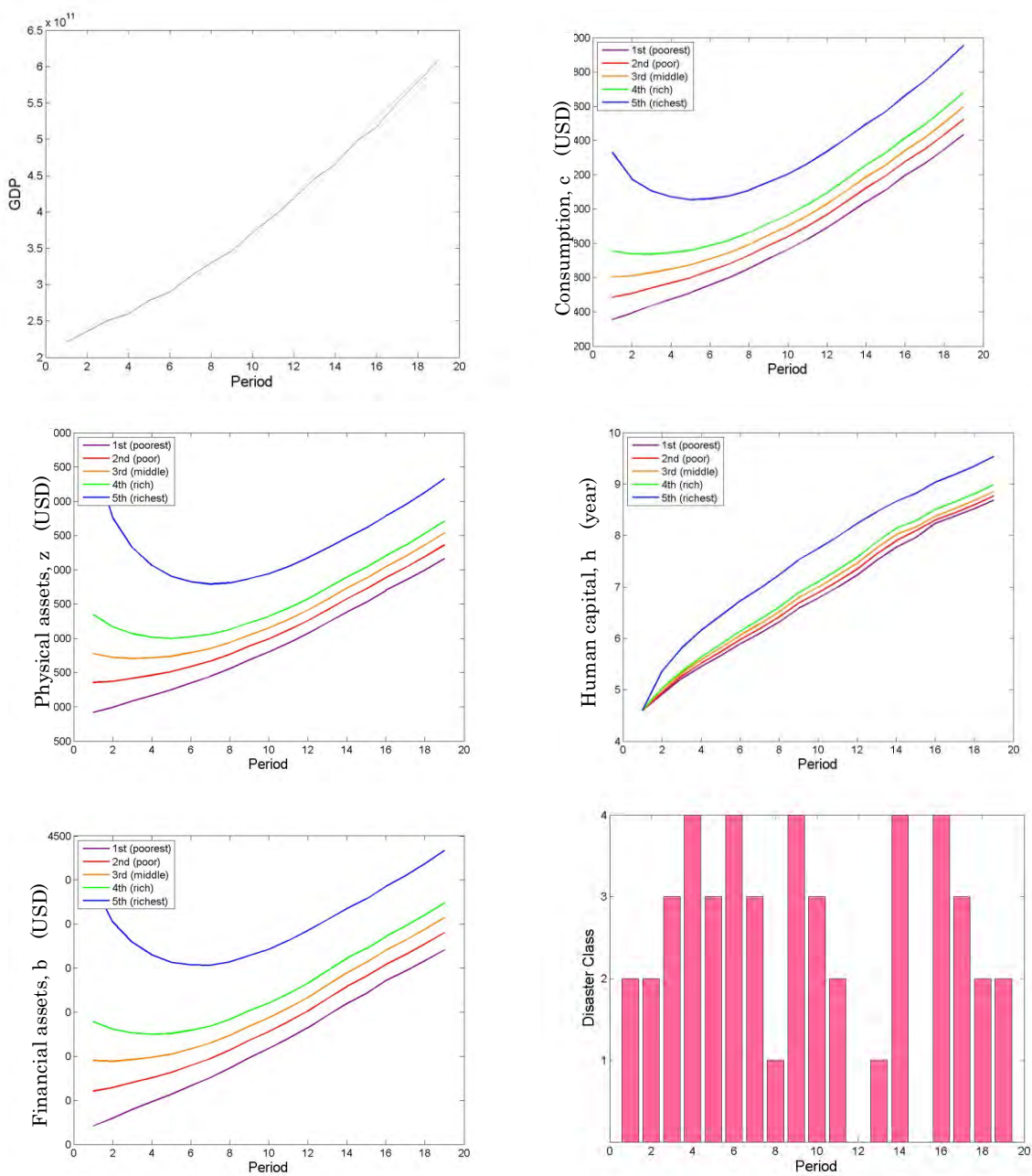


図 インドネシアのケーススタディにおける GDP (1列目左) と各階層の消費傾向 (1列目右)、物的資産消費傾向 (2列目左)、人的資本 (2列目右)、金融資本 (3列目左)、災害発生規模 (3列目右) の推移

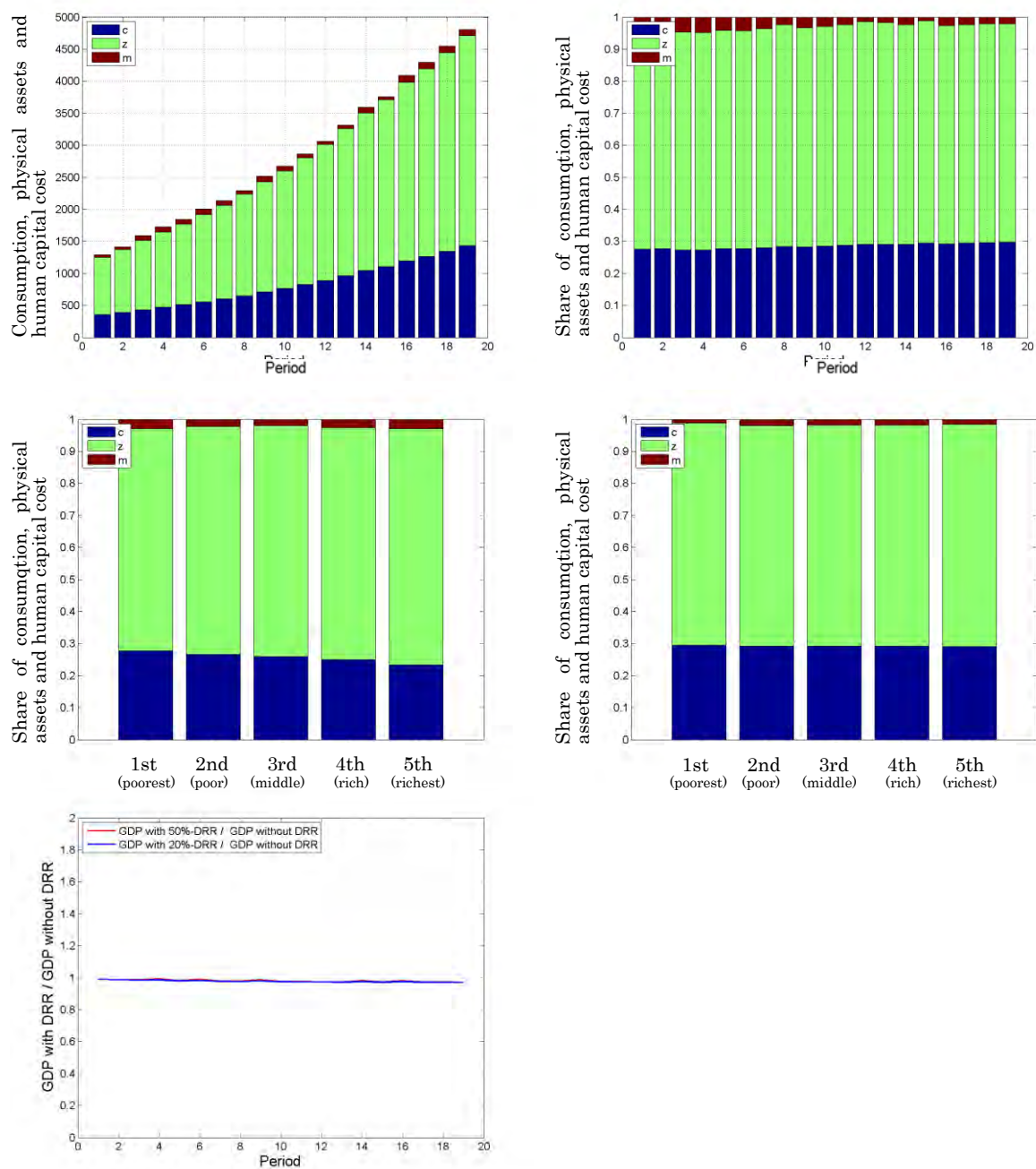


図 インドネシアの第1クラスの消費傾向の推移（1列目左）とその割合（1列目右）、計算2期目の階層別の消費割合（2列目左）、計算15期目の階層別の消費割合（2列目右）、防災投資の有無によるGDPの推移（3列目左）

(2) ホンジュラスにおけるケーススタディ検討

1) 入力データ

ホンジュラスのケーススタディを行うにあたり、入力データとして以下のデータを設定した。入力データは、生データをそのまま用いる、あるいはモデルに適合するように加工することにより設定している。データ不足のために設定が困難なパラメータに関しては、他国のデータ等により設定を行っている。

表 ホンジュラスを対象としたモデルの検証、ケーススタディにおける初期値

変数	設定方法	ホンジュラスにおける設定値
■社会経済データ		
n_j	人口	所得階層ごとの人口のデータであり、統計データから設定する。 ■総人口（1994年） 5,457,189人 ※出典：世界銀行 ■階層別人口（1994年） ⇒総人口を所得の大きさに応じて5階層に分配 各階層：1,091,438人 （各階層それぞれに人口の20%がいる）
ρ ロー	社会的割引率	各国の実態に基づき設定する。 0.12 ⇒データの制約のため、パキスタンの値を使用
δ_z デルタ	物的資産減耗率	各国の実態に基づき設定する。 0.2 ⇒データの制約のため、パキスタンの値を使用
δ_k	生産資本減耗率	各国の実態に基づき設定する。 0.02 ⇒データの制約のため、パキスタンの値を使用
r_j	利子率	家計と企業の均衡によって決定されるため、内生的に定まる。 内生的に定まる。
B	技術進歩係数	生産関数をもとに、GDPを予測する際に補正值として設定。技術進歩は必要に応じて外生的に設定する。 76.3504 ⇒GDPの初期値/ $h(0)^{\alpha_1}K(0)^{\alpha_2}T(0)^{\alpha_3}$ 毎年 $(1 + 0.075)^{t-1}$ で成長すると設定。
α_i	生産関数のシェアパラメータ	生産関数をコブ=ダグラス型で設定した際の生産量の人的資本、物的資本、土地の分配比率から設定する。 $\alpha_1 = 0.50$ $\alpha_2 = 0.42$ $\alpha_3 = 0.08$ ⇒データの制約のため、パキスタンの値を使用
■家計のデータ		
c_j^l	消費財（非耐久）	最適化計算の中で、各期の投資額とストックが算定され、内生的に定まる。ただし、初期値は家計調査のデータを使用する。 1 st (poorest) : \$308.0 2 nd (poor) : \$423.7 3 rd (middle) : \$531.5 4 th (rich) : \$718.0 5 th (richest) : \$1426.3 ⇒GDPの総貯蓄から人的資本投資を差し引いた分を消費財と耐久消費財に分配 ⇒データの制約のため、階層間の消費割合はパキスタンの値を使用 ※出典：World Bank
z_j	物的資産（家屋・家財）	最適化計算の中で、各期の投資額とストックが算定される。ただし、初期値は家計調査のデータを使用 1 st (poorest) : \$460.2 2 nd (poor) : \$633.2 3 rd (middle) : \$794.2

9.DR2AD model の改良に伴う変更・修正作業の実施

変数		設定方法	ホンジュラスにおける設定値
		する。	4 th (rich) : \$1072.9 5 th (richest) : \$2131.3 ⇒GDP の総貯蓄から人的資本投資を差し引いた分を消費財と耐久消費財に分配 ※出典 : World Bank
θ	相対的危険回避度	既存研究データにより設定	2 ※参考 : Kraay and Raddatz (2007), Poverty traps, aid, and growth, Journal of Development Economics, 82, 315-347.
\bar{c}	生存必要消費額	既存研究データにより設定	0 と仮定 ※David (1998)では、「The least cost requirement for sustaining an individual's minimum dietary needs is approximately \$300 a year (in 1980 dollars).」と紹介されている。
b_j	金融資産	国民総貯蓄のデータから、層別に所得比率等により按分して設定。毎期の均衡問題を解くことで、内生的に定まる。ただし、初期値は家計調査のデータを使用する。	1 st (poorest) : \$316.4 2 nd (poor) : \$688.7 3 rd (middle) : \$1154.0 4 th (rich) : \$1917.2 5 th (richest) : \$5931.5 ※出典 : World Bank
\bar{T}_j	土地面積の合計	金融資産の階層別シェアを参考に設定	1st(poorest) : 3.1% 2nd(poor) : 6.9% 3rd(middle) : 11.5% 4th(rich) : 19.2% 5th(richest) : 59.3%
ξ_j グザイ	物的資産形成	物的投資が求められれば内生的に算定される。	z_j が決まると内生的に定まる。
h_j	人的資本	平均就学年数等を代理変数として人的資本の蓄積を設定する。各国の統計データから層別の就学年数のデータを設定する。	1 st (poorest) : 4.723976years 2 nd (poor) : 4.723976years 3 rd (middle) : 4.723976years 4 th (rich) : 4.723976years 5 th (richest) : 4.723976years ※出典 : UNESCO
m_j^l	時間単位の人的投資	内生的に定まる。	内生的に定まる。
δ_h デルタ	人的資本の減耗率	教育投資額と人的資本の関係から推計する。 ※人的資本の減耗を考慮する変数。	0.075 ⇒ホンジュラスの平均就学年数から推計。
w_j	賃金率(1 人的資本当たり)	家計と企業の均衡によって決定されるため、内生的に定まる。	内生的に定まる。
η_i イータ	人的資本費用関数のパラメータ	一人当たりの政府・家計の教育投資額と人的資本変化の関係から推計する。 ※教育に投じる時間を費用に変換する関数のパラメータ $\eta_j'(m_j) > 0$ $\eta_j''(m_j) < 0$	η_0 : 65.1224 η_1 : -111.6585 219.5485 219.5485 $\eta_{\frac{1}{2}}^l$: 219.5485 219.5485 219.5485 ※出典 : UNESCO, World Bank

9.DR2AD model の改良に伴う変更・修正作業の実施

変数		設定方法	ホンジュラスにおける設定値
γ_i ガンマ	消費のシェアパラメータ	$\gamma_1 + \gamma_2 = 1$ で個別の値は内生的に定まる。	内生的に定まる。
■災害データ			
ω_j^l	災害による人的資本の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.00%~3.6890% ⇒データの制約のため、今回はパキスタンの被害データを適用。各階層で災害被害率を一定としている。
φ_j^l	災害による物的資産の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.00%~30.0% ※出典：DESINVENTAR より推計
ψ^l	災害による金融資産の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.00%~45.0% ※出典：DESINVENTAR より推計
τ^l	災害による土地の被害率	過去の災害のデータから設定。階層によって被害の影響が異なる場合には、層別に設定する。	0.00%~16.0112% ※出典：DESINVENTAR より推計

※なお、ホンジュラスにおける災害規模4の物的資産被害率および金融資産被害率については、本来のランク別計算だと100%を超える被害となってしまう計算ができないため、上記のとおり暫定的に値に制限をかけて計算を行っている。

2) ケーススタディ結果

○経済成長の過程

ホンジュラスを対象としたケーススタディにより将来予測を行った結果、GDPが増加していくことが確認された。図に示す通り、消費や物的消費、人的資本の増加とあわせて GDPが増加していることがわかる。

○災害被害の影響

ホンジュラスの場合、災害の影響を受けやすく、巨大災害に頻繁に見舞われた結果、経済成長や消費・物的消費が計算期間後半になるまで、大きく阻害されていることが確認できる。

○人的資本の推移

人的資本については、パキスタンと異なり、人的資本に投資をし続け人的資本が一定の伸び率を示しており、急激な飛躍は見られない。これは、パキスタンと単位当たりにかかる人的資本コストの関数が異なり、あるタイミングで一度に人的資本に投入するよりも、毎年一定程度の人的資本を投資した方が効率的と判断した結果であると推察される。

また、資産に余裕のある最富裕層が初期に大幅な投資を行い、以後も他の階層と比べて大きな伸びを続けているため、18年目における大幅な消費や物的消費の伸びが見られると考えられる。

○投資配分のバランス

階層ごとの結果に着目しても、消費、物的消費、人的資本それぞれが同様に計算期間を経るにつれて成長していくことが確認された。

さらに、階層別の消費、物的消費、人的投資、金融資産（貯蓄）への配分を計算期間2年目、15年目で見ていくと、2年目においては全体的に金融資産への投資が多く、貧困層ほど金融資産への投資が大きいことがわかる。全体的に教育投資にはほとんど費用が割かれておらず、最富裕層は教育投資に投資を行うが、インドネシアに比べて限界費用が低いいため、小学の投資で成長ができるからだと考えられる。15年目になると、全ての階層で投資傾向は共通となるが計算初年度に比べて消費の割合は40%程度から50%程度の増加にとどまり、金融資本への投資が多く、教育投資への割合は低いままである。

最終的に教育への投資割合が低いのは、限界費用が低いことによると考えられる。

○防災投資の有無による傾向

また、防災投資の有無に着目したところ、防災投資を行うケースの方が、GDPが伸びる結果となり、理論的に整合が取れている。

ただし、ホンジュラスについては災害被害率が大きく、防災投資の効果が顕著であるため、インドネシアと同様に最適値関数の設定や被害率の影響が内包されていると考えられる。したがって、災害がない場合の感度分析をインドネシア同様に行うこととする。(p9-25以降を参照)

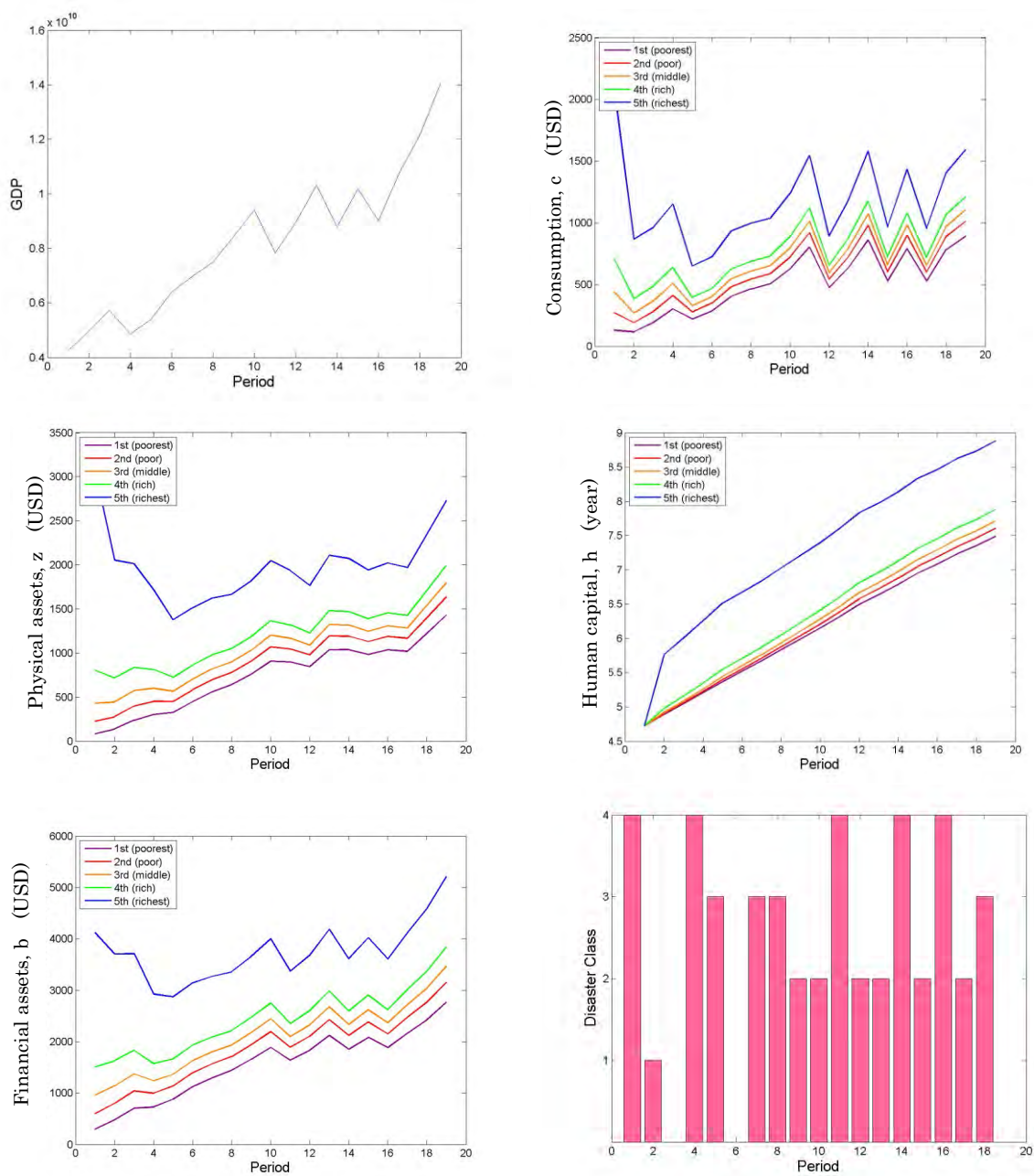


図 ホンジュラスのケーススタディにおける GDP(1列目左)と各階層の消費傾向(1列目右)、物的資産消費傾向(2列目左)、人的資本(2列目右)、金融資本(3列目左)、災害発生規模(3列目右)の推移

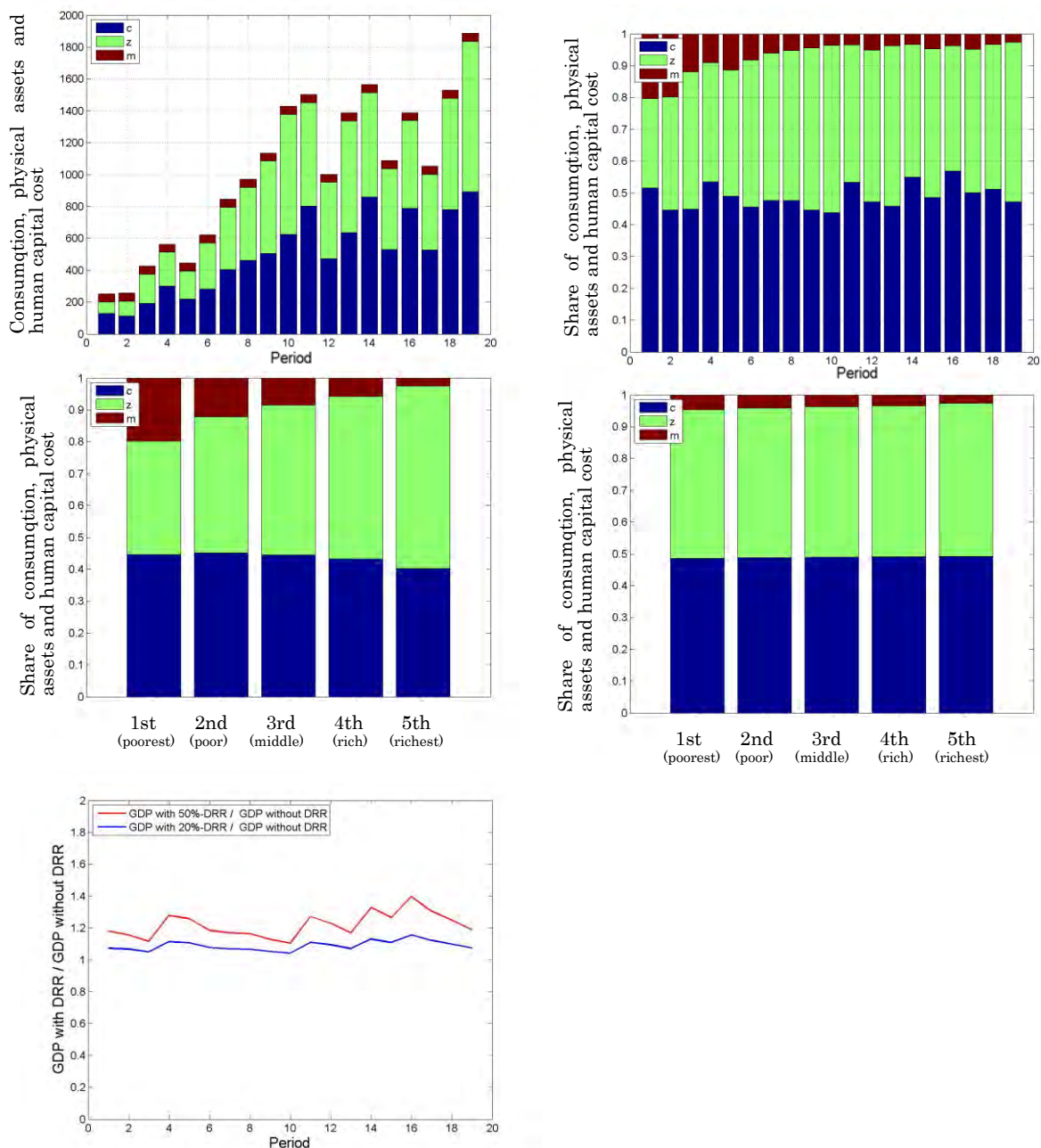


図 ホンジュラスの第1クラスの消費傾向の推移（1列目左）とその割合（1列目右）、計算2期目の階層別の消費割合（2列目左）、計算15期目の階層別の消費割合（2列目右）、防災投資の有無によるGDPの推移（3列目左）

(3) ケーススタディ結果の感度分析

インドネシア、ホンジュラスの比較結果から、対策がない場合と比べ、防災投資により経済成長するかどうかは、災害被害率の大きさや、最適値関数の設定が結果に影響を与えることが想定された。

以下では、ver1.4 における適用範囲を明らかにすることを目的に、影響要因を明確にするための感度分析として災害が発生しないケースを想定し、影響要因として考えられる最適値関数と災害被害率の設定を組み合わせることでケース設定を行い、防災投資有無での経済成長の比較（ケースは下表）を通じて、考察する。

先の分析において災害被害が小さく防災投資をしないケースが成長してしまう結果となったインドネシアのケースを対象にするとともに、比較のため、ホンジュラスにおいても同様の比較を実施した。

また、インドネシアにおいて階層間のデータを仮に全て平均値とした場合の影響について比較を行うことで、初期値の階層別の分散が結果に与える影響を考察する。

表 感度分析のケースの設定

	最適値関数	災害被害率	災害の発生
ケース 1	防災投資無の最適値関数のデータを防災投資有のケースにも適用	自国の被害率（災害被害率小）	無
ケース 2	防災投資無の最適値関数のデータを防災投資有のケースにも適用	パキスタンの被害率（災害被害率大）	無
ケース 3	防災投資有無別に各ケースそれぞれの最適値関数を適用	自国の被害率（災害被害率小）	無
ケース 4	防災投資有無別に各ケースそれぞれの最適値関数を適用	パキスタンの被害率（災害被害率大）	無

※外生的成長係数は 0.075 としている。

1) インドネシアにおける感度分析

インドネシアにおけるケースを確認すると、ケース 4 に限り防災投資をしている方が防災投資無に比べて成長していることが確認できる。ケース 2 については防災投資 50%については防災投資無に比べて成長しているが、防災投資 20%については 10 年後ぐらいから防災投資無のほうが大きくなっている。その他についてはいずれも防災投資無を下回っていることから、防災対策の効果を示すには、一定以上の大きさの災害発生が必要であることが確認できる。

また、ケース 1 と 3、ケース 2 と 4 の比較から、最適値関数を防災投資有・無それぞれにおいて設定した場合（ケース 1 と 2）の方が防災投資有の成長が大きいことが確認できる。ケース 3 と 4 では、最適値関数を防災投資無に固定して設定したため、防災投資有の場合の最適な行動が十分に反映できていないことが考えられる。一方で、最適値関数が決定する消費傾向は大きな変化が起こるわけではないことが表より確認された。

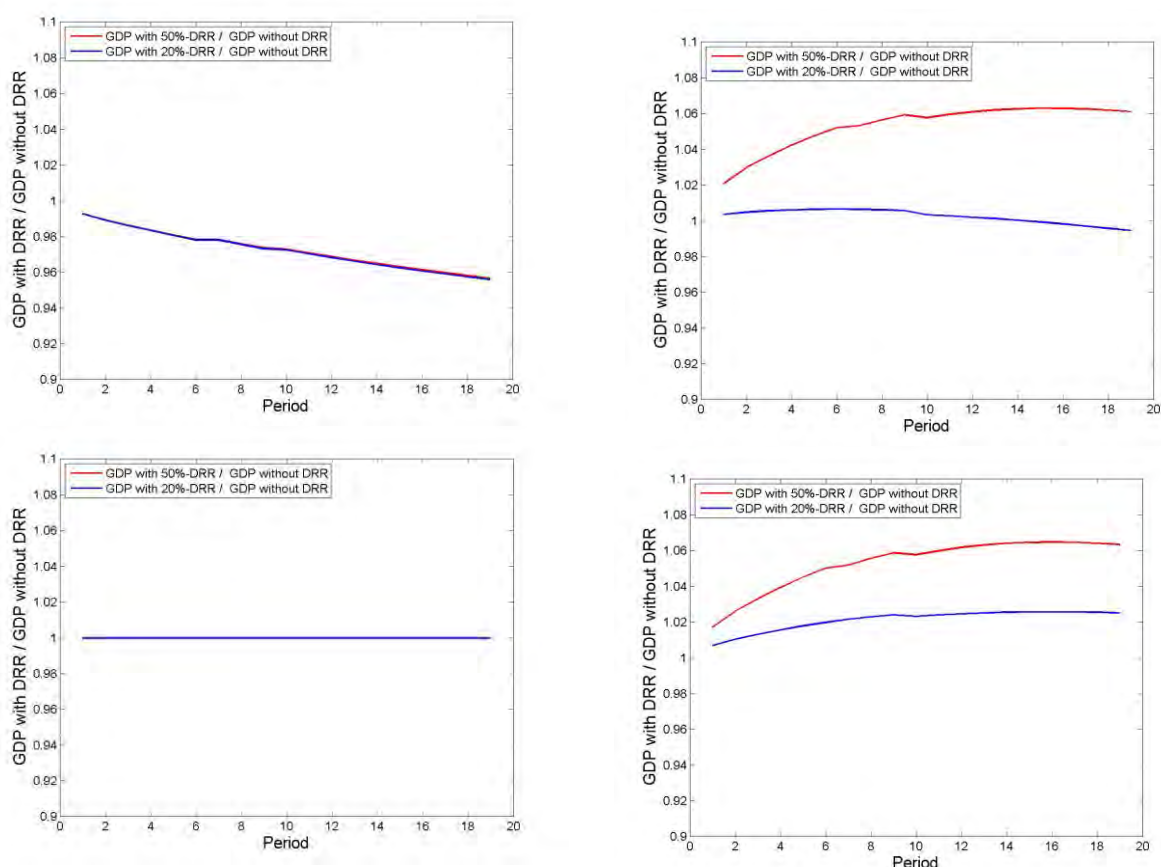


図 インドネシアの感度分析 ケース 1 (左上)、ケース 2 (右上)、ケース 3 (左下)、ケース 4 (右下)

図 表 インドネシアにおける最適値関数を適切に設定した場合の値の変化

インドネシア	γ 1	γ 2	ν 1	ν 2
防災投資無	0.243	0.757	-553.7911	-0.2237
防災投資(50%)	0.2427	0.7573	-552.945	-0.2234
防災投資(20%)	0.2429	0.7571	-553.4515	-0.2236

2) ホンジュラスにおける感度分析

ホンジュラスにおけるケースを確認していくと、ケース 2、4 については防災投資をしている方が防災投資無に比べて成長していることが確認できる。ケース 1 と 3 については若干ではあるが、防災投資無の方が成長している。ホンジュラスについては、パキスタンと同様に巨大災害における被害率は大きい、大きな違いは災害ランク 0 の被害率はパキスタンとは異なり、データ設定上 0 となっていることが挙げられる。これより、災害ランク 0 の被害率が 0 の場合には、防災投資無のほうが成長する可能性が伺える。

また、ケース 1 と 3、ケース 2 と 4 の比較から、最適値関数を防災投資有・無それぞれにおいて設定した場合の方が防災投資有の成長が大きいことから、最適値関数を防災投資有無別で設定することで、防災投資有の場合の最適な行動を反映できているものと考えられる。

なお、ケース 1 は防災投資により防災投資無よりも経済成長がみられた(2)ホンジュラスのケーススタディ検討における結果の傾向と異なるが、ここでの分析は災害が発生しない状況下による分析であり、ホンジュラスにおいては災害発生による影響が上記の方が最適値関数の設定や災害ランク 0 における災害被害率の設定による影響よりも大きいためと推察される。

一方で、最適値関数が決定する消費傾向は最大でも 1%と大きな変化が起こるわけではないことが表より確認された。

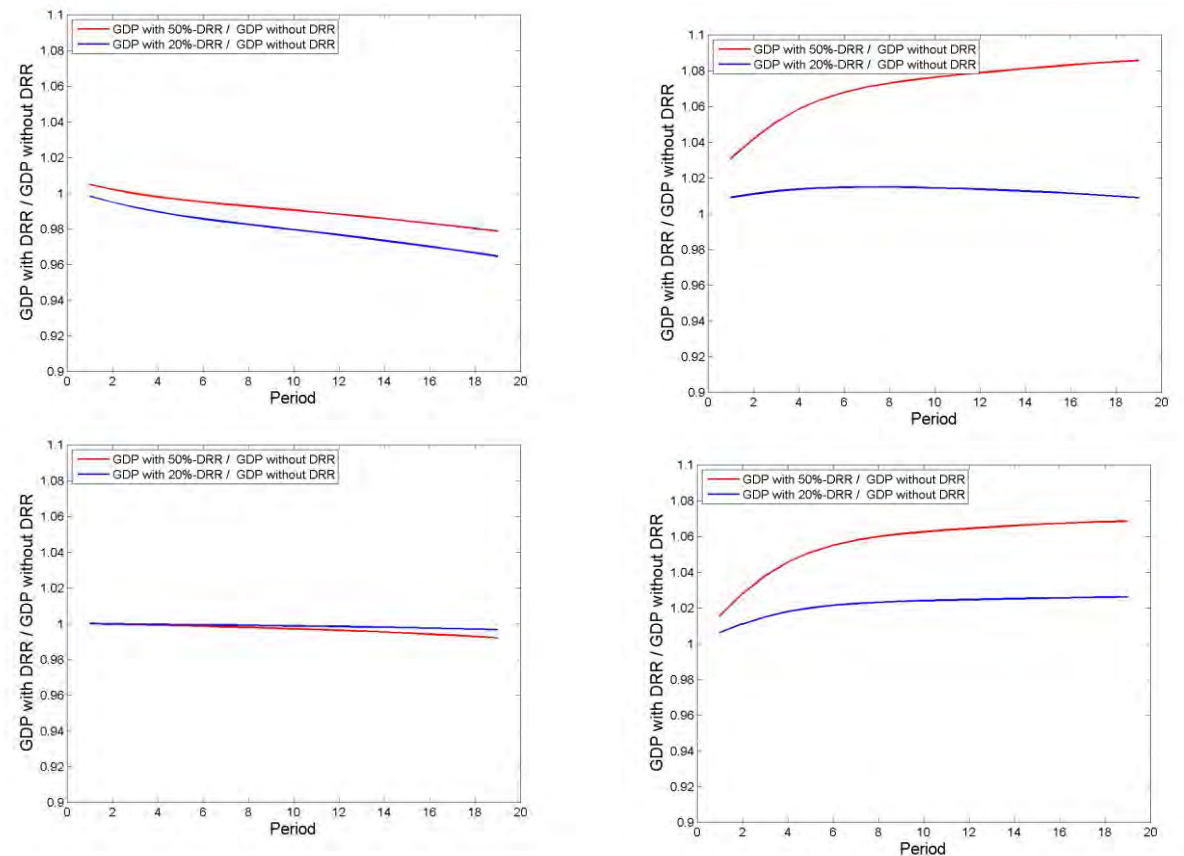


図 ホンジュラスの感度分析 ケース 1 (左上)、ケース 2 (右上)、ケース 3 (左下)、ケース 4 (右下)

図 表 ホンジュラスにおける最適値関数を適切に設定した場合の値の変化

ホンジュラス	γ 1	γ 2	v 1	v 2
防災投資無	0.6427	0.3573	-876.4302	-0.0942
防災投資(50%)	0.6226	0.3774	-905.1893	-0.0973
防災投資(20%)	0.6361	0.3639	-922.6121	-0.0991

3) インドネシアにおける階層間のデータを統一した場合の感度分析

インドネシアにおける感度分析として、階層間のデータを全て平均値として1階層で計算することで、階層間のデータの平均値が結果に影響するかを階層別に予測を行った。

結果として、ケース1とケース3の2つを比べた結果、階層間のデータを統一しても結果の傾向は変わらないことが確認された。

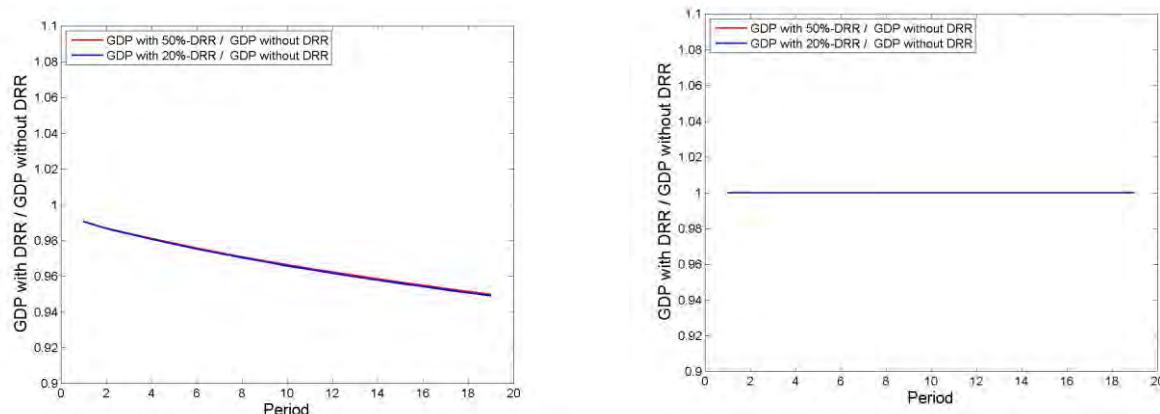


図 インドネシアの感度分析 ケース1 (左上)、ケース3 (右上)

4) 感度分析のまとめ

以上より、ver1.4のモデルの適用範囲としては次のことが言える。

災害被害率が大きい国においては、防災投資の有無の影響は明確になるが、災害被害率が小さい国においては、モデル適用にあたり、最適値関数の設定等で工夫を行っていく必要があると考えられる。

<防災対策有無別の経済成長に与える要因>

○最適値関数の固定化による影響

最適値関数を防災投資無のケースのみに行い、防災投資有のケースは防災投資無のケースの値を適用することで、防災投資有の最適行動を反映できていない可能性がある。

○災害ランク0の被害率の変化

災害ランク0の被害率が0以上であり、防災投資の有無により差がでることが、防災投資有が成長することの要因となる。

○災害被害率の影響

災害被害率が大きいと、防災投資の有無の影響は上記2つの影響に比べて、大幅に大きくなる。

従って、インドネシアにおいて防災投資有のケースの方が防災投資無のケースよりも成長した要因は以下が想定される。

○最適値関数の固定化による最適行動の阻害

最適値関数を防災投資無のケースのみに行い、防災投資有のケースは防災投資無のケースの値を適用しているため、防災投資をしたケースにおいて最適行動が阻害されている。

○災害ランク 0 の被害率の変化

災害ランク 0 の被害率が 0 であるため、防災投資の有無による最適行動の変化を取ることができない。

○災害被害率の影響

災害被害率が非常に小さいため、上記 2 つの影響が顕著に表れる。

なお、災害ランク 0 の被害率のみを扱うのは、最適値関数のキャリブレーションを行う上での参照データがいずれも災害がない（災害ランク 0）データであるためである。

(4) ケーススタディ結果の整理

1) 入力データの問題点・課題

入力データの問題点・課題は以下が挙げられる。

○人的資本

人的資本のデータ推計値により人的資本のその後の成長曲線が大きく異なる。さらに、キャリブレーションにおける消費などが大幅に変わる傾向があるため、より適切な人的資本パラメータを収集・推計していく必要がある。

○災害被害率

災害被害データについても災害被害データがフローのデータのため、ストック換算した場合どの程度の値になるかを検証する必要がある。さらに災害ランク 0 の被害率の設定方法が結果に影響することから、災害被害率のランクの設定方法について詳細に検証する必要がある。

○データの精度

パキстанは入力データの統計値そのものが存在しないため、多くの入力データを推計する必要があり、データの精緻さに欠け、実情を適切に反映できていない可能性が考えられる。

2) モデル構造の問題点・課題

現行のモデルでは階層間のやり取りや逆転現象、産業を複数にすることに対応していないため、長期的に社会構造が変化していく状況を適切に表すことができない。ただし、最適値関数の設定が結果に影響することから、将来的に階層間の人の移り変わりを反映する必要が挙げられる。

9.4 Ver1.4 による改良点と今後の改善

(1) Ver1.4 の成果

Ver1.4 の開発、データの精査を行うことで、Ver1.0 で課題であったことのいくつかについては解決することができた。内容は以下の通りである。

1) 理論面

○理論のモデルへの反映

Ver1.0 と比べて、より厳密な理論をモデルに反映させることができるため、経済成長や格差問題を精緻な最適解とともに把握することが可能となった。

○確率的要素の導入

モデルに確率的要素を導入したことにより、災害本来の特質である、確率的な発生を考慮することが可能となった。

○賃金率と社会的割引率

Ver1.0 では外生的に与えていた賃金率と社会的割引率を内生的に表現する関数化を行うことがき、より期毎の実態を反映したモデルの構築が可能となった。

2) データ面

○人的資本の代理変数

Ver1.4 では平均就学年数という長期の時間的推移を持つストックデータを適用したため、フローの指標である平均就学率を用いた ver1.0 と比べて、より人的資本蓄積を表現しやすいデータを使用可能となっている。

3) 実用面

○Ver1.4 による分析可能性

Ver1.4 では災害被害率が極端に小さいインドネシアのケースにおいて、防災投資が無い場合の方が防災投資有よりも成長するという現象が起きたが、災害被害率が一定以上の場合には、上記の価値関数の問題を内包しつつも、各国の防災投資の効果の検証に対して有益であると考えられる。

(2) 課題

課題は 4 章にまとめた通りである。

(3) 今後の展望

この後の Ver1.4 の更なる改善に向け、以下の展望が考えられる。

○所得階層間の取引を考慮

現在、各所得階層内で閉じられた経済を仮定しているため、所得階層間の取引が存在しない。今後は、開かれた経済を仮定し、所得階層間の取引を考慮する必要がある。

○土地市場の導入

通常、生産要素である労働・資本・土地は、家計と企業間の生産要素市場において取引される。ただし、現状では土地の市場を考慮できていないため、今後改善する必要がある。

○社会経済データ、家計のデータ、災害データのデータベースの構築・充実

統計データベースが不十分なために、今回は一部のパラメータ値を仮定して設定した。今後は、フィールド調査等で全てのパラメータを推計できるよう、社会経済データや家計のデータ、災害データのデータベースの構築・充実が望まれる。

10. DR²AD model (Ver1.4) のまとめ

本章ではこれまで議論した内容を整理し、本プロジェクトにおいて得られた結論をまとめる。

10.1 Ver1.4 の目的

2015年の国連防災世界会議に向け、世界各国で「2000年に国連ミレニアム・サミットで採択されたMDGs」や「2005年の国連防災世界会議にて制定されたHFA」に続く目標の設定に向けた議論が進んでいる。

国際的な社会問題の解決には、「防災の主流化」の推進が必要との認識が進んでいるが、防災投資が経済成長や貧困削減にどの程度貢献しているかを明確に評価する手法が確立されていないのが現状である。

そのため、MDGs等の国際目標の達成度評価への活用も念頭に入れ、2012年度のJICAプロジェクトにて防災投資効果を定量的に評価可能なDR²AD model (Ver1.0)を開発し、パキスタンケーススタディとして防災投資効果の経済モデルの構築を行った。

2013年度の検討においては、全世界において「防災の主流化」を推進するための政策支援ツールとして、DR²AD model (Ver1.0)を改善し、モデル構造の精緻化（例えば、均衡状態を仮定した社会最適化問題の導入）をはじめ、多くの国で適用できるような汎用性の向上を目的に、DR²AD model (Ver1.4)を開発した。

10.2 Ver1.4 の要件

DR²AD modelは、防災投資を「経済成長という国家全体への効果」と「貧困削減という社会問題への効果」の両面から評価する経済モデルとし、以下の要件が求められる。

■要件 1

災害リスクや防災投資が経済成長に及ぼす影響・効果について均衡モデルを用いて分析する。

(災害種別かつ各種被害率(人的、物的、金融、人口等)の変化を表現)

■要件 2

災害が所得階層毎の成長や貧富の格差に与える影響を分析するとともに、防災投資が所得分布に与える効果を表現する。

(所得階層毎の成長速度の変化、貧富の格差の軽減、人的投資による教育水準の向上等)

Ver1.0では、防災投資が社会経済へ与える正の効果の概ねの傾向を捉えることができたが、モデル構造の簡便化のために均衡を考慮していない点や、マイクロ指標である階層別家計指標(人的、物的、金融等)の挙動が理論と整合していない部分があり、上記要件を完全には満たしていなかったが、Ver1.4では、これらを改善し、上記要件を全て勘案したモデルとした。

10.3 Ver1.4 のケーススタディ

Ver1.4 の適用範囲の拡張が可能か否かを確認するため、パキスタン及び他国のデータセットを用いてケーススタディを行い、そのデータセットやケーススタディ結果を比較整理した。

以下の表に本業務で実施したケーススタディ対象国の選定理由と分析内容を整理した。

表 ケーススタディ対象国の選定理由とシミュレーション内容

対象国		パキスタン	インドネシア	ホンジュラス
選定理由		Ver1.0 と比較検証をするため	経済成長がある程度進んだ国での Ver1.4 の適用性を探るため	災害被害率が大きく、貧困の罠に陥る可能性が高いため
ケーススタディ	現況再現	実施	実施	実施
	将来予測	実施	実施	実施
挙動分析	外生的成長係数	実施	実施	実施
	生産要素寄与度	—	実施	実施
	被害率影響度	—	実施	—
	災害シナリオ分析*1	—	—	実施
	投資パターン分析*2	—	—	実施

*1 シナリオ分析：災害の発生時期・頻度等を変化させた場合に、アウトプットがどの様に変化するかを分析

*2 パターン分析：防災投資時期やその効果発現時期を変化させた場合に、挙動がどの様に変化するかを分析

なお、本節では、国家全体の経済指標である GDP により結果を説明する。また、使用した各国のデータセットは巻末資料に記載している。

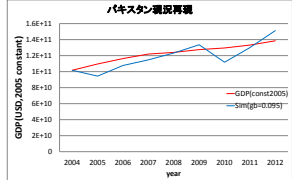
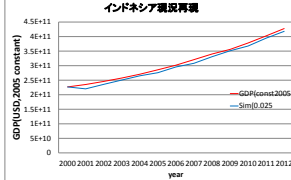
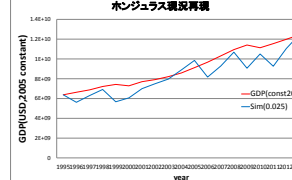
(1) 現況再現の結果

Ver1.4 の適用範囲や精度を確認するためには、まず Ver1.4 の現況の再現性を確認することが必要になることから、実データを使用した現況再現の結果と統計データとの比較を行うことによって、現況の再現性の確認を行った。

1) 結果

パキスタン、インドネシア、ホンジュラスの3ヶ国で現況再現を行った際の条件及び結果を以下の表に示す。

表 現況再現の3ヶ国比較

対象国	パキスタン	インドネシア	ホンジュラス
基準年	2004年	2000年	1994年
計算期間	2005-2012年(8年間)	2001-2008年(8年間)	1995-2002年(8年間)
GDP			
乖離度*1	-13.8%	-2.2%	-19.7%

*1 乖離度：ここでは、計算期間最終年の統計データに対するシミュレーション結果の乖離の程度と定義

2) 考察

パキスタン、インドネシア、ホンジュラスの3ヶ国ともに、GDPの計算期間の最終年における乖離度が20%未満であり、GDPの現況再現性は比較的高い結果となった。

一方で、パキスタンとホンジュラスでは、計算期間中において、災害発生によるGDPの現況再現値が統計データ値よりも大きな変動を見せた。この変動が大きくなる理由として、金融被害率（物的被害率）の分母を国民貯蓄額（フロー値）で設定しているため、実質よりも災害被害率が大きく出ているものと考えられる。この改善に向けては、国民貯蓄額（ストック値）の導出方法やデータ収集についての検討が必要となる。

なお、インドネシアは、災害被害率がパキスタンやホンジュラスと比較して非常に小さいため、災害発生によるGDPの現況再現値の大きな変動が見られなかったものと考えられる。

(2) 将来予測の結果

長期的な防災投資の効果を把握するため、基準年の実データを基に将来予測を行い、防災投資の有無で将来の経済成長にどの程度の変化が生じるのかを分析した。

また、最適化行動時における人的投資額の災害による感度等を把握するため、消費内訳を算定して投資傾向の分析を行った。

1) 結果

パキスタン、インドネシア、ホンジュラスの3ヶ国で将来予測を行った際の条件及び結果を以下の表に示す。

表 将来予測の3ヶ国比較

対象国	パキスタン	インドネシア	ホンジュラス
基準年	2004年	2000年	1994年
計算期間	2005-2024年(20年間)	2001-2020年(20年間)	1995-2014年(20年間)
GDP			
支出額の推移 (消費、物的資産、教育投資) *1			
支出割合の推移 (消費、物的資産、教育投資) *1			

*1 ここでは、防災投資無における消費の内訳グラフを例とした。

2) 考察

○GDP について

パキスタン及びホンジュラスでは、防災投資効果の発現が見られたが、インドネシアでは見られなかった。

これは、インドネシアの国家レベルの統計データで見た災害被害率が小さかったために、防災投資の効果が顕在化しにくかったものと考えられる。しかし、実際には一部の地域で災害による甚大な被害が生じているのも事実である。

よって、インドネシアのような一定の経済規模を持つ国家に対して DR²AD model の適用を行う際は、災害被害を国家全体の経済規模と比較することに加え、地域レベルの経済規模に応じた災害被害率を設定することも必要になると考えられる。

○消費の推移について

インドネシアやホンジュラスでは、計算期間の前半に人的投資の支出割合が高くなる傾向が見られた。

パキスタンでは、計算期間の 12 年目に人的投資の支出割合が急激に増す結果が見られた。これは、平和な期が続いたために、人的投資の余裕ができて、人的投資が急激に増加した結果であると推察される。災害期が続くと、人的投資の余裕がなくなることと逆の現象であると考えられる。

10.4 Ver1.4 の挙動分析

Ver1.4 のケーススタディで得られた結果に加え、より深い考察を得て Ver1.4 の適用範囲を確認するため、防災投資の強弱や災害発生シナリオの違い等、様々なケースにより感度分析を実施する。

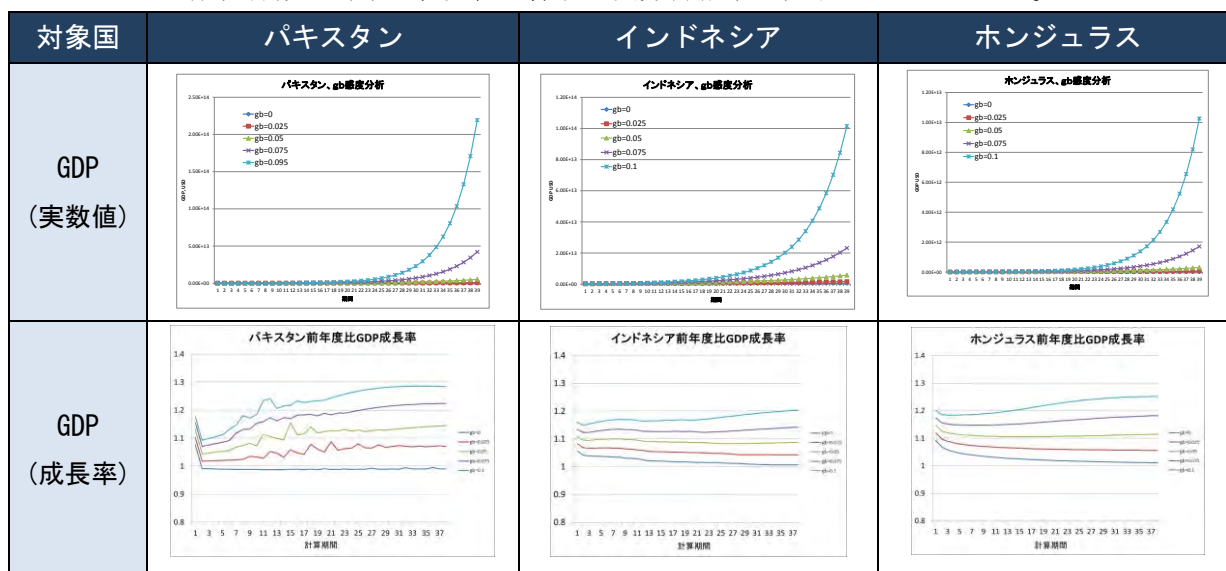
(1) 外形的成長係数の違いによる感度分析

初期データの設定値がどの程度、経済成長に影響を与えるのかを分析するため、ここでは経済成長への寄与度が高いと想定される外形的成長係数を対象に、変化に伴う感度分析を実施した。

3 か国すべてと、外生的成長係数単体の伸び率の 4 つのケースに対して、災害が発生しないケースでの 40 年間の GDP の成長の大きさを比較した。

① 感度分析結果

外形的成長係数を対象に、変化に伴う感度分析結果は以下のとおりである。



*1 グラフ上では外形的成長係数を gb と表現している。

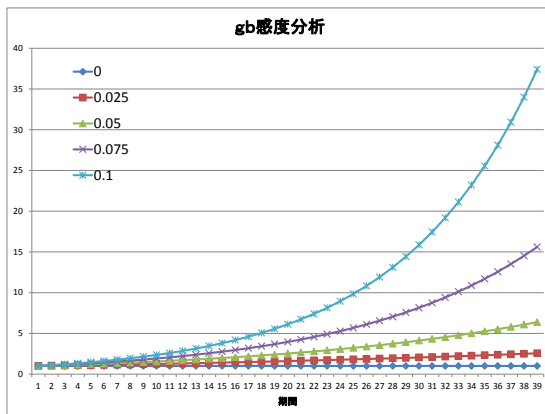
図 外形的成長係数の設定の違いによる GDP への影響

表 外形的成長係数の設定の違いによる GDP への影響

対象国の gb		パキスタン	インドネシア	ホンジュラス
GDP 比率 (計算最終 年次/計算1年次)	0	0.7	2.1	2.7
	0.025	7.4	7.2	11.2
	0.05	54.7	26.2	54.4
	0.075	433.3	105.2	302.5
	0.1*1	2256.6	461.2	1814.8

*1 パキスタンは実際にモデル構築の際に使用した 0.095 を使用

表 外生的成長係数の年次別実数値



gb		外生的成長係数 (1+gb) ^{t-1} *1
比率 (計算最終年次 /計算1年次)	0	1.0
	0.025	2.6
	0.05	6.4
	0.075	15.6
	0.1*1	37.4

*1 外生的成長係数は(1+gb)^{t-1}の値を計算したものとなっている。

② 結果の考察

○全体傾向

外形的成長係数と経済成長との間に比例関係が確認され、経済成長へ外形的成長係数が大きく影響することが確認された。

また、計算期間途中まではあまり差がみられないが、後年になるほど指数関数的に経済が成長することが確認された。このことから外生的成長係数が特に計算期間の後半に大きく影響することが確認できる。ただし、外生的成長係数のみのグラフと比べると、3か国のケーススタディではより顕著に計算期間の終盤での成長がみられることから、外生的成長係数の伸びだけでなく、その他の生産要素（人的資本や金融資産）も GDP の伸びに寄与していると考えられる。

○現況の GDP との比較

図のように、外形的成長係数が 0.025 程度の場合がインドネシアとホンジュラスにおいて最も妥当な値と推察される。

ホンジュラスの場合、基準年が 20 年前の 1994 年であり、実際のデータとの比較がしやすいため、このように外形的成長係数を設定することができるが、本来は将来予測を行うにあたって外形的成長係数をどのように与えるかを検討することは今後の課題の一つである。

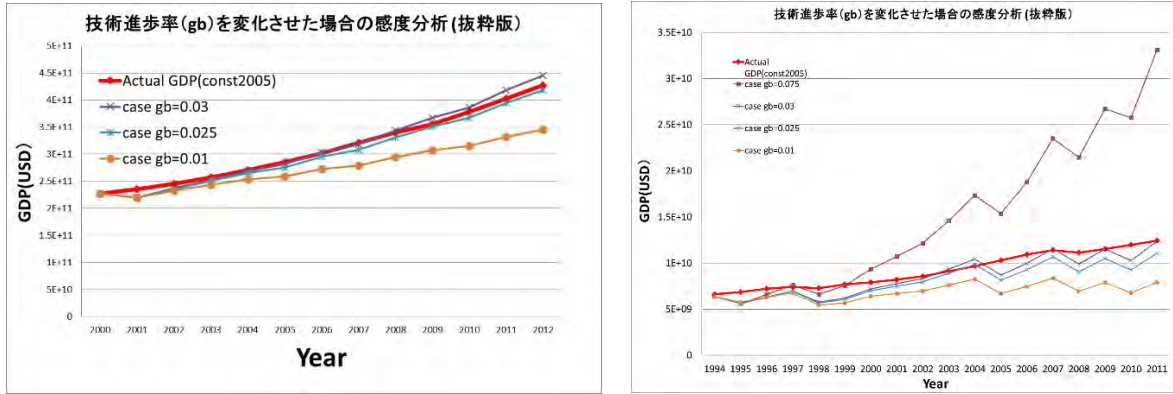


図 実際の GDP の推移（赤線）との比較（左：インドネシア、右：ホンジュラス）

(2) 構成要素別の GDP へ寄与度分析

前項にて、外生的成長係数の大きさが GDP の伸びに大きく寄与することが確認された一方で、その他の生産要素（人的資本や金融資産）も GDP の伸びに寄与していると推察された。ここでは、インドネシアとホンジュラスを例に、GDP の各構成要素が、最終的に GDP にどの程度影響しているかを検証することを目的とする。下記の GDP の構成要素のうち、 B_j 、 $\{(1 - \omega_j^l)H_j\}^{\alpha_1}$ 、 $\{(1 - \psi^l)K_j\}^{\alpha_2}$ 、 $\{(1 - \tau^l)\tilde{T}_j\}^{\alpha_3}$ の 4 つの値を各階層の平均値として算出し、値の寄与度及び、災害の被害影響度合いを考察する。なお、いずれの値も一人当たりの値を用いて比較を行い、災害は当該期に災害規模 4 の災害が発生した場合を想定する。

$$GDP = \sum_j B_j \{(1 - \omega_j^l)H_j\}^{\alpha_1} \{(1 - \psi^l)K_j\}^{\alpha_2} \{(1 - \tau^l)\tilde{T}_j\}^{\alpha_3}$$

① 感度分析結果

外形的成長係数を対象に、変化に伴う感度分析結果は以下のとおりである。

表 インドネシアにおける生産要素別による GDP への寄与度分析

構成要素		B_j	$\{(1 - \omega_j^l)H_j\}^{\alpha_1}$	$\{(1 - \psi^l)K_j\}^{\alpha_2}$	$\{(1 - \tau^l)\tilde{T}_j\}^{\alpha_3}$	一人当たり GDP
対応する生産要素		技術進歩係数	人的資本	金融資産	土地	
T=1	災害無	118.7	2.2	22.2	0.2	1,086.0
	災害有	118.7	2.2	22.2	0.2	1,066.7
T=19	災害無	185.2	3.1	26.9	0.2	2,891.2
	災害有	185.2	3.0	26.9	0.2	2,839.7
1 期目と 19 期目の比較（災害無）		156%	141%	121%	100%	266%
災害規模 4 の災害による減少率		100%	99%	100%	99%	98%

表 ホンジュラスにおける生産要素別による GDP への寄与度分析

GDP の構成要素		B_j	$\{(1 - \omega_j^l)H_j\}^{\alpha_1}$	$\{(1 - \psi^l)K_j\}^{\alpha_2}$	$\{(1 - \tau^l)\tilde{T}_j\}^{\alpha_3}$	一人当たり GDP
対応する生産要素		技術進 歩係数	人的資本	金融資産	土地	
T=1	災害無	76.4	2.2	24.4	0.3	1,168.4
	災害有	76.4	2.1	18.9	0.3	879.6
T=19	災害無	119.1	2.8	24.7	0.3	2,389.3
	災害有	119.1	2.8	19.2	0.3	1,798.8
1 期目と 19 期目の 比較		156%	129%	101%	100%	204%
災害規模 4 の災害 による減少率		100%	98%	78%	99%	75%

表 災害発生パターンの設定

期間	1 期	2 期	3 期	4 期	5 期	6 期	7 期	8 期	9 期	10 期
災害ラン ク	2	2	3	4	3	4	3	1	4	3
期間	11 期	12 期	13 期	14 期	15 期	16 期	17 期	18 期	19 期	20 期
災害ラン ク	2	0	1	4	0	4	3	2	2	4

② 結果の考察

○全体の傾向

2 か国の結果はそれぞれ下記のように考察され、いずれも外生的成長係数だけでなく、人的資本や金融資産の影響も受けて GDP が伸びていることが確認された。

【インドネシア】

災害無のケースにおいて、GDP の比率の伸びを見ると 1 期と 19 期で GDP が 2.7 倍になっているのに対し、B が 1.56 倍、H が 1.41 倍、K は 1.21 倍、T は 1 倍となっており、B と H、K の伸びの相乗効果によって GDP が大きく伸びていることがわかる。したがって、B のみの成長に起因するのではなく、GDP の伸びによる資産増を受けて伸びた H 及び K の影響が大きい。

【ホンジュラス】

災害無のケースにおいて、GDP の比率の伸びを見ると 1 期と 19 期で GDP が 2 倍になっているのに対し、B が 1.56 倍、H が 1.29 倍、K は 1.01 倍、T は 1 倍となっており、B と H の伸びの相乗効果によって GDP が大きく伸びていることがわかる。したがって、B のみの成長に起因するのではなく、GDP の伸びによる資産増を受けて伸びた H などの影響が大き

い。

(3) 災害被害率の影響度分析

将来予測の結果より、インドネシアは、パキスタンやホンジュラスと比較して、災害被害率が小さいために、災害被害が GDP に反映されないという結果となった。

ここでは、インドネシアの GDP に対する災害被害率の感度を分析するため、災害被害率の設定方法を変えて得た異なる値を用いて、ケーススタディを実施した。特に、物的被害率が想定よりも小さな値となったため、感度分析には物的被害率を用いる。

① 被害率の設定

感度分析に用いる物的被害率は、以下の 3 パターンとする。

表 物的被害率の設定

物的被害率	設定方法
通常	物的被害率が金融被害率に等しいと仮定
物的資産被害率変更	災害による被害家屋数を基に被害率を設定
ホンジュラス被害率適用	ホンジュラスの物的被害率に等しいと仮定

② 感度分析結果

物的被害率別の GDP 推移の結果は次の通りである。

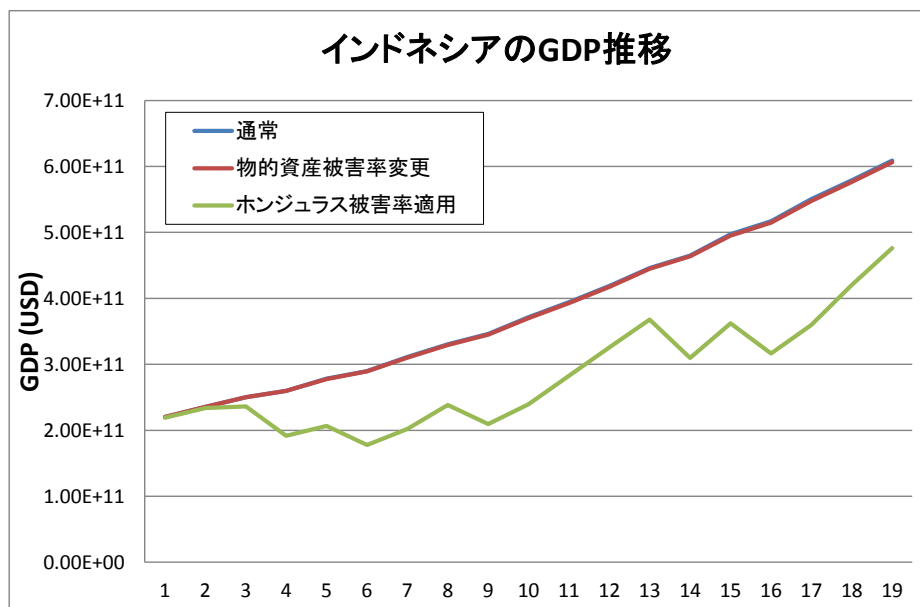


図 インドネシアの GDP 推移 (物的被害率別)

③ 結果の考察

通常ケースと物的資産被害率変更ケースの差異は、非常に小さいものとなった。また、ホンジュラス被害率適用ケースでは、災害被害により GDP の変動が大きくなる結果となった。

インドネシアのような中進国において、防災投資による効果を顕示するためには、国家全

体の被害率だけでなく、被災地域の被害率を用いるなど、国家の経済にある一定以上の規模の被害を与えるような設定が有効になると考えられる。

(4) 災害発生シナリオ毎の感度分析

災害発生 の時期や頻度、規模が GDP にどの程度の影響を与えるのかを分析した。災害発生パターンをシナリオ的に複数ケース用意し、各パターンでGDPの挙動を確認することで、モデルの妥当性を確認した。

分析対象国は、先の分析と同様に災害被害率が大きく、その災害が与える GDP への影響を確認することが容易と考えられるホンジュラスとした。

① 災害発生シナリオの設定

災害の発生シナリオを下表のとおり、災害発生しないシナリオを含め5つ設定した。

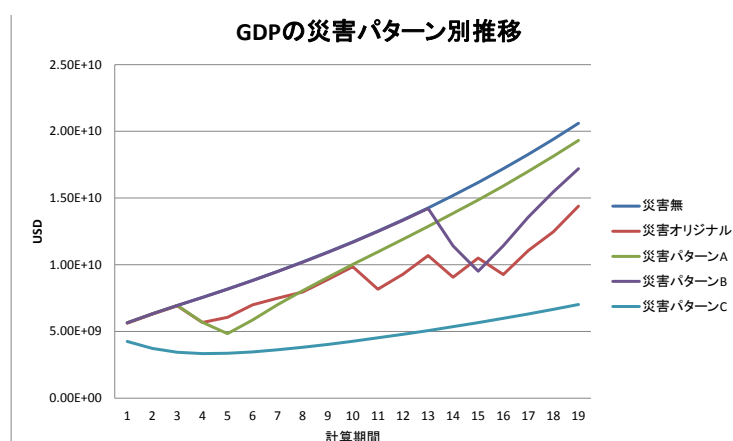
表 災害シナリオの設定

災害シナリオ	設定条件
災害無	計算期間中、災害の発生が無し
災害オリジナル	実データに基づく災害規模と発生時期を適用
災害パターンA	計算期間の前半に大規模な災害が発生
災害パターンB	計算期間の後半に大規模な災害が発生
災害パターンC	計算期間中、毎年最大規模の災害が発生

*いずれのシナリオも防災投資は行っていないものと仮定

② 感度分析結果

災害発生シナリオ別の GDP の推計結果は以下のとおりとなった。



災害種類	期間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
災害無		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
災害オリジナル		2	1	0	4	3	0	3	3	2	2	4	2	2	4	2
災害パターンA		0	0	0	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
災害パターンB		0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4
災害パターンC		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	4	3	0	3	2	2	4	2	2	4	2	2	4
0	0	4	4	1	1	0	0	4	4	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	0	0	4	4	1	1	1	1	1
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

(小) ⇔ 災害(大) 4 *災害規模はランク 0~4 の計5段階を仮定 (災害規模はランクの数字の大きさに比例)

図 GDP の災害パターン別推移

③ 結果の考察

○全体傾向

各ケースの比較により、災害被害が全くないケースが最も経済成長すること、経済基盤が十分でない前半に大規模な災害が発生する方が、後半に発生するよりも経済成長に遅れを生じること、大規模な災害が毎年発生するケースでは経済成長が大幅に遅れることが確認された。

このことは一般的に想定される事項であり、結果が想定と合致していることから、本モデルは災害の状況を踏まえた経済成長を表現可能と考えられる。

個別のシナリオの比較結果は以下の通りである。

(災害無と災害オリジナルとの比較)

災害発生直後に GDP は減少するが、その後の立ち上がりで再び GDP は増加に向かうことが確認できた。ただし、災害発生が無いパターンの GDP を追い抜けないことも確認できた。

(災害パターン A と災害パターン B との比較)

大規模災害が、GDP の小さい前半の時期に発生する災害パターン A よりも、GDP の大きい後半の時期に発生する災害パターン B の方が、最終的な GDP へ大きな負の影響を与えることが確認された。

(災害無と災害パターン C との比較)

毎年、大規模な災害が発生するパターン C は、災害の発生しないパターンと比較して、GDP の成長が数倍遅れてしまうことが確認できた。

○急速な災害復旧の要因

経済規模がある程度大きくなった状況下での大規模災害発生時において、急速な災害復旧が見られる (災害発生パターン B の 15 年目の落ち込みからの伸びなど)。これは災害被害を受けにくい人的資本の蓄積や、災害被害にかかわらず一定値を取ると仮定している外形的成長係数が災害復旧を促しているものと考えられる。

(5) 防災投資パターンによる感度分析

防災投資の時期や防災投資対策の規模がGDPにどの程度の影響を与えるのかを分析した。防災投資パターンをシナリオ的設定した4ケース用意し、各パターンで防災投資無の場合に比べてどれだけ経済成長をするかをGDPの比率の挙動を確認することで、モデルの妥当性を確認した。

分析対象国は、先の分析と同様に災害被害率が大きく、防災投資効果による被害軽減率のGDPへの影響が大きく、防災投資効果を確認することが容易と考えられるホンジュラスとした。

① 防災投資シナリオの設定

防災投資による被害軽減シナリオを下表の通り、期間と被害率を変えることで4パターン設定した。

表 防災投資シナリオの設定

防災投資シナリオ	設定条件
パターンA	防災投資により被害率が一律で50%減少
パターンB	防災投資により被害率が一律で20%減少
パターンC	防災投資により5年目から被害率が一律で50%減少
パターンD	防災投資により5年目から被害率が一律で20%減少、10年目から50%減少

*いずれのシナリオも災害発生パターンは共通

防災対策なしの場合発生する災害ランクを以下の通り設定した。

表 防災対策なしの場合の災害発生パターンの設定

期間	1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期
災害ランク	2	1	0	4	3	0	3	3	2	2
期間	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	20期
災害ランク	4	2	2	4	2	4	2	0	3	2

② 感度分析結果

結果は下記のとおりとなった。

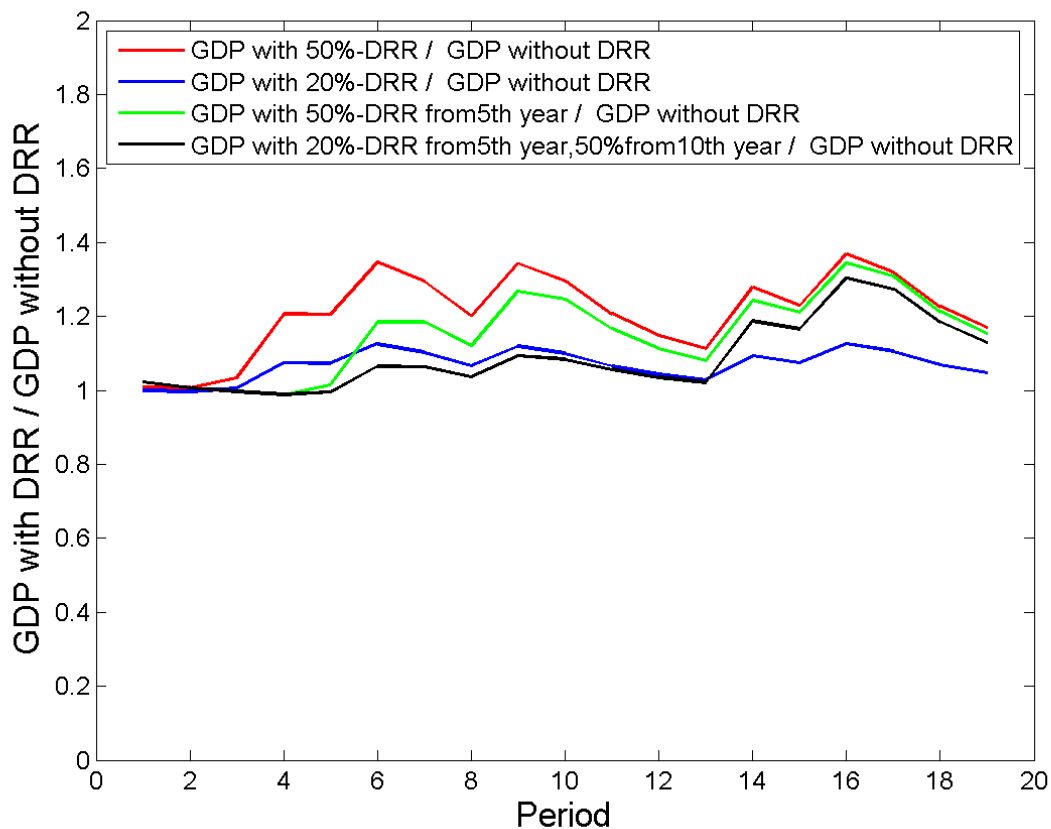


図 GDP の防災投資パターン別推移

③ 結果の考察

各ケースの比較により、防災投資の中でも、パターン A の最初から災害被害率が 50%減少するケースが最も GDP が成長することが確認された。また、10 期目までを見ると、5 期目から被害率の減少率が 50%となったパターン C が徐々に成長し始め、8 期目でパターン B を追い抜いていることがわかる。パターン B は 10 期目まではパターン D を上回るが、11 期目の大規模な災害（ランク 4）により、防災投資効果の違いから逆転が起こることが確認された。11 期目以降も 14 期目、16 期目の大規模な災害により、災害被害率が 50%減少したケースが 20%減少のケースよりも成長する結果となった。このことは、長期的な時間がかかっても、災害被害率を減少させることが、長期的に経済成長に寄与することを示していると考えられる。また、パターン C と D の比較から、防災投資により先に災害被害率が 50%減少したパターン C の方がより GDP が成長することが確認された。

このことは、一般的に想定される事項であり、今回傾向を表現できていることから、本モデルは防災投資効果の時間的推移の影響を踏まえた経済成長を表現可能と考えられる。

10.5 Ver1.4 の問題点・課題

Ver1.4 を用いたケーススタディや挙動分析から、以下のような大きく 3 つの観点での問題点・課題が挙げられた。これらを踏まえて、モデルの更なる改善へと繋げることが考えられる。

表 Ver1.4 の問題点と課題

区分	問題点・課題（今後、考慮すべき事項）
モデル構造	<ul style="list-style-type: none"> ・時系列的な価値観の変化を考慮（消費行動の動学的な変化を考慮） ・階層間の交易及び交流を考慮（開放経済と所得階層の入替りを考慮） ・土地市場の考慮（土地取引を GDP へ反映） ・産業の複数化（CGE モデルの組み込み 等）
データ面	<ul style="list-style-type: none"> ・外形的成長係数の変化を考慮（GDP 成長率の調整） ・人的資本形成関数の改善（人的資本蓄積による貧困削減を表現） ・災害別の災害被害率の設定（多様な災害リスクの考慮）
運用面	<ul style="list-style-type: none"> ・防災対策別の投資効果の評価（防災対策別の災害被害率の設定） ・防災投資コストの考慮（費用対効果の評価）

今回、均衡理論に基づくモデルを構築したが、その際、いくつか仮定をおいてモデル化を行っているところがあるため、以下のような点を改善していくことが考えられる。

(1) モデル構造の問題点・課題

① 時系列的な価値観の変化を考慮（消費行動の動学的な変化を考慮）

現在、防災投資無のケースの基準年データで価値関数を設定しているため、経済成長等の外的要因に関係なく、消費者の選好は一定のみである。

本来、経済成長等の外的要因の変化により、消費行動が変化するため、価値関数の設定方法を改善し、消費行動の動学的な変化を考慮可能にする必要がある。

② 階層間の交易及び交流を考慮（開放経済と所得階層の入替りを考慮）

各所得階層内で閉鎖経済が成立すると仮定しているため、所得階層間の交易や、時間の経過とともに発生し得る所得階層の入替りが反映されていない。

グローバル化に進む世界の動向を踏まえると、開放経済を導入することが自然であり、また、所得階層間での交易や交流が増えることが想定されることから、所得階層の入替りの可能性も考慮すべきであると考えられる。

③ 土地市場の考慮（土地取引を GDP へ反映）

通常、生産要素である労働・資本・土地は、家計と企業間の生産要素市場において取引されるものであるが、現状のモデルでは土地の市場に関して考慮できていない。

企業の生産活動を的確に反映し、土地取引を GDP へ反映させるため、土地市場の確立が求められる。

④ 産業の複数化 (CGE モデルの組み込み)

産業は1産業を仮定しているが、実際の社会構造を反映させるためには、産業の複数化が必要となる。CGE モデル等の組み込み等により、複数産業の影響を評価することも考えられる。

(2) データ面での問題点・課題

① 外形的成長係数の変化を考慮 (GDP 成長率の調整)

外形的成長係数を一定として計算しているため、大規模災害の発生や経済の成熟度に関係なく、基準年の外形的成長係数のままで成長を続けることになる。

モデルの精度を向上させ、より正確な GDP を算定するためには、外形的成長係数の内生変数化や過去の統計データを入力可能な外生変数化といった改善を行うことが考えられる。

② 人的資本形成関数の改善 (人的資本蓄積による貧困削減を表現)

DR²AD model は、人的資本形成による経済成長を反映させていることが一つの特徴であるが、各国で入手できる教育費用と就学年数の伸びの関係を示すデータが不十分なため、人的資本の成長を表現する正確な関数形を設定できていない。

人的資本蓄積による貧困削減を一層適切に表現するためするには、関数を設定するためのデータベースを構築などして、関数の改善を行うことが考えられる。

③ 災害別の災害被害率の設定 (多様な災害リスクの考慮)

現在、全ての災害を集約して災害被害率を設定しているため、個別災害の被害レベルや被災率等を適切に反映できていない。また、所得階層に関わらず、災害被害率は一定となっている。

複数の種類の災害を独立した事象として扱い、なおかつそれぞれの災害に複数の災害規模があることを表現して災害の影響をより適切に反映させるためには、災害種や災害の影響度、地域の脆弱性、所得階層別の被害率等、詳細な災害データベースの構築や災害被害率関数の設定が必要となる。

(3) 運用面での問題点・課題

① 防災対策別の投資効果の評価 (防災対策別の災害被害率の設定)

ポリシーメーカーの意思決定支援ツールとして運用するためには、防災対策別の投資効果の評価が可能でなければならない。

そのため、ハード及びソフト対策のベストミックスを導出可能にし、水準 (治水対策目標の生起確率年等)、普及率 (耐震建築の普及率等)、対策対象 (人道支援、避難促進、被災外力低減等) 等の方向性を導き出すことが求められる。

② 防災投資コストの考慮 (費用対効果の評価)

本モデルでは、防災投資に必要なコストが考慮されていない。

防災投資コストが明確になれば、費用対効果の評価することにより、防災投資支援国の適切な選定が可能になる。そのため、政府による国民への課税徴収を実施し、防災投資コストに充てるといったことが算定可能なモデルを開発することが望まれる。

10.6 今回の成果と次年度の検討項目

次年度の動きとしては DR²AD model を世界的に普及・展開させるための機会として、国連防災世界会議が仙台にて開催される。そのために、開発途上国を対象にモデルの有用性を示していくための対応が必要と考えられる。ここでは、今年度の成果および、先に上げた問題点・課題のうち、次年度の動向を見据え、検討すべき事項を整理する。

(1) 今年度の成果

昨年度業務で構築した Ver1.0 を改善し、Ver1.4 を新たに開発した。今年度の成果としては以下が挙げられ、開発途上国における防災対策投資の評価ツールとしての展望がより明確になったといえる。

- 理論と整合した GDP 等のマクロ指標の挙動を表現
- マクロ指標に加えて、ミクロ指標（消費、投資等）の内訳を表現
- 一定以上の災害発生の可能性がある国での防災投資による経済成長の差異を表現
- 災害発生パターンに応じた経済成長の差異を確認

(2) 次年度の検討項目

次年度の検討項目としては、モデル活用の有用性を向上させるために、モデルの運用面の検討を行うとともに、可能な限りモデル構造の改善を行っていくことが考えられる。

表 次年度の検討項目（案）

区分	主な検討項目
運用	<ul style="list-style-type: none"> ○モデルの普及・展開に向けた検討 ⇒UNISDR の Workshop における活用検討 ⇒多国での適用やデータ収集に関する検討 等 ○モデルの汎用性向上に向けた検討 ⇒アプリケーションのスタンドアローン化 等 ○防災対策有無別の災害被害率の設定検討 ⇒対策種に応じた災害被害率の設定 等
改善	<ul style="list-style-type: none"> ○モデルの深度化及び簡便化の検討 ⇒最適値関数、外生的成長率、災害被害率、所得階層間の市場共有化の設定検討 等 ○モデル精度向上のための検討 ⇒将来予測における GDP の実数値の改善検討 等 (技術進歩率の設定 等)

1) DR²AD model の運用検討 (Ver1.4 の運用)

DR²AD model の普及・展開を図っていく上で、活用方法の可能性を検討する。

① モデルの普及・展開に向けた検討

DR²AD model の世界的な普及・展開を図るための検討を実施する。世界的な普及・展開を図る上で、第一に UNISDR の Workshop における活用検討を実施することが考えられる。このような Workshop を活用し、多国でケーススタディを実施することで DR²AD model を世界的にアピールするとともに、ケーススタディで用いられた各国のデータを収集することも可能になると考えられる。

② モデルの汎用性向上に向けた検討

Ver1.4 は、MATLAB を通したアプリケーションとしたが、今後モデルの世界的な普及・展開を図ることを考えると、将来的には MATLAB を通さなくてもシミュレーション可能となるようドナーから要求されることが想定されるため、アプリケーションのスタンドアローン化等、モデルの汎用性向上に向けた検討が必要になると考えられる。

③ 防災対策有無別の災害被害率の設定検討

意思決定支援ツールとして DR²AD model を運用するためには、ハード対策（防災施設整備等）やソフト対策（早期警告システム、人道支援、保険の整備等）のベストミックスを導出可能なモデルとして、防災対策の方向性を示すことが必要になると想定されるため、その対策種に応じた災害被害率の設定等の検討を行う。

2) DR²AD model の改善検討 (Ver1.4 の更なる改善)

① モデルの深度化及び簡便化の検討

将来的にモデル構造がオープンソースとなり、多くのドナーがモデルの詳細を確認するようになることが想定されるため、モデルの理論的整合性が一層問われることが考えられる。そのため、Value Function Iteration を始めとした手法を用いて価値関数の設定を精緻化することや、所得階層間で共通の市場を導入すること、また、外生的成長率の与え方等の検討が必要になると考えられる。

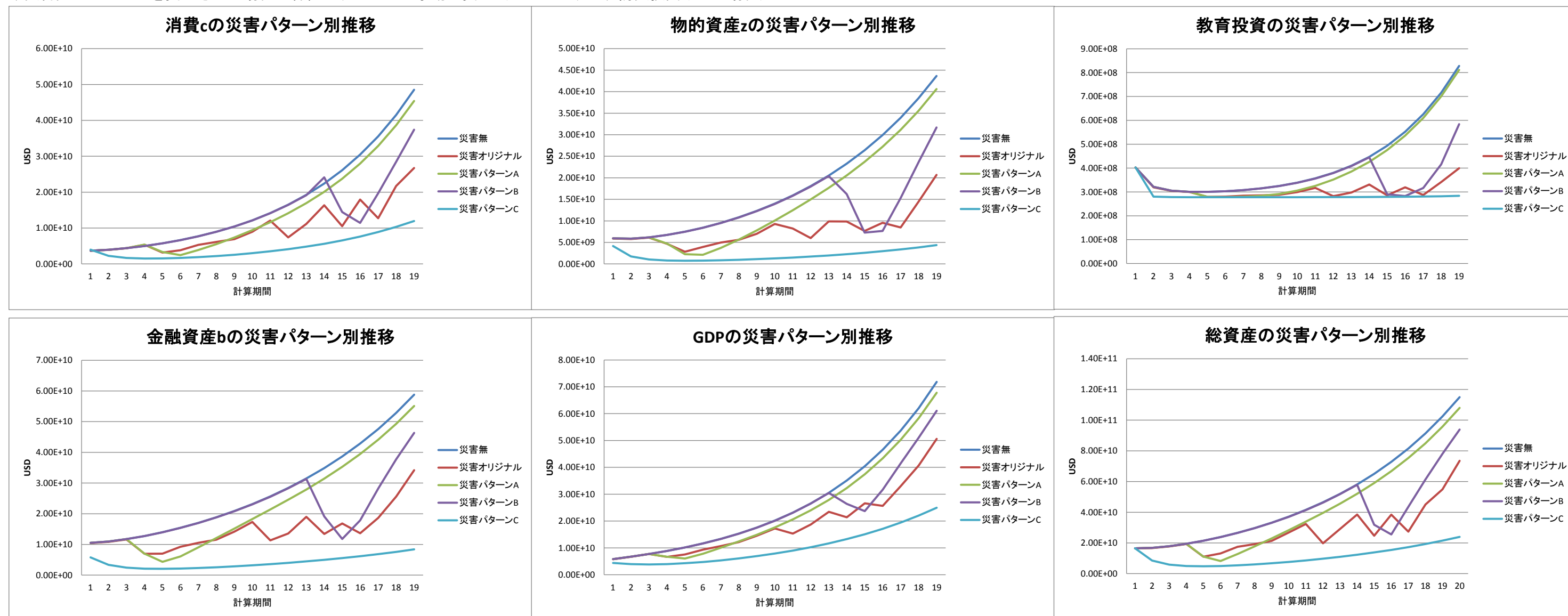
今後、モデルの深度化が進むにつれて、変数の増加や理論の精緻化によるプログラム難度や計算時間の増加が見込まれるので、災害を確率的でなく確定的に与える等、モデルの簡便化を考慮に入れて検討を進めることも必要になると想定される。

② モデルの精度向上のための検討

将来予測における GDP 等の予測計算の改善を図るための検討を実施する。特に、経済成長は、災害規模のランク数にも依存することから、災害被害率関数を設定するなど、災害被害が経済成長へ与える長期的影響の精緻化を図るための検討も行う。合わせて、小国における単年度の被害が 100%を超えるものについても、扱い方の検討を行う。

<巻末資料>

◇災害発生パターンを変化させた場合の各種パラメータの挙動の変化（ホンジュラス、防災投資なしの場合）



災害種類 \ 期間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
災害無	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
災害オリジナル	2	1	0	4	3	0	3	3	2	2	4	2	2	4	2	4	2	3	1	2
災害パターンA	0	0	0	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
災害パターンB	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	1	1	1
災害パターンC	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

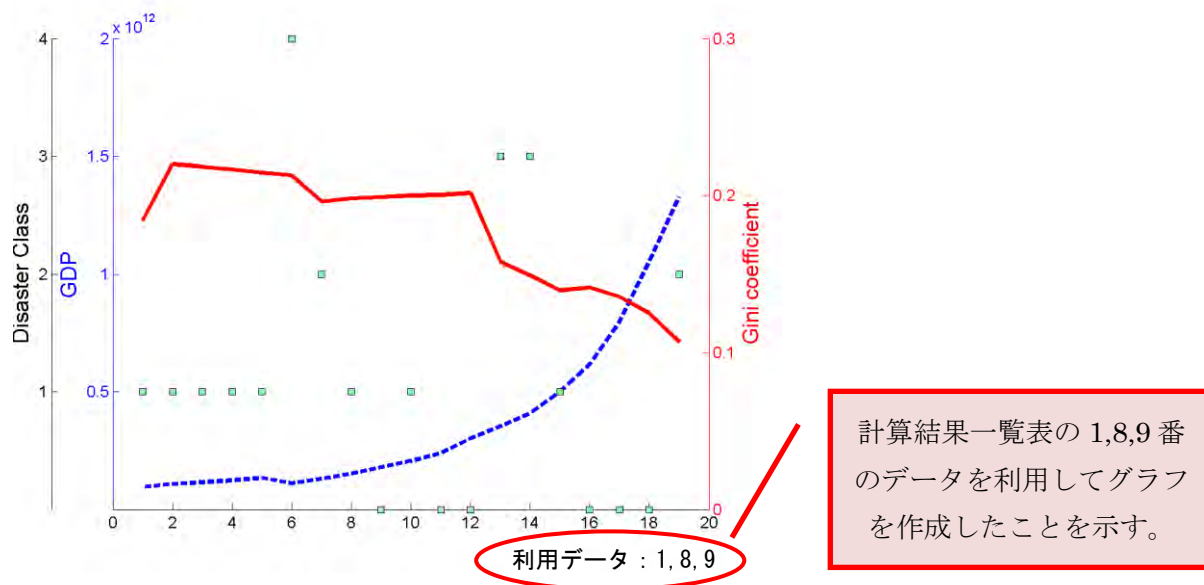
0 災害(小) ⇔ 災害(大) 4

図 災害発生パターンを変化させた場合の各種パラメータの挙動の変化（ホンジュラス、防災投資なしの場合）

◇計算結果一覧

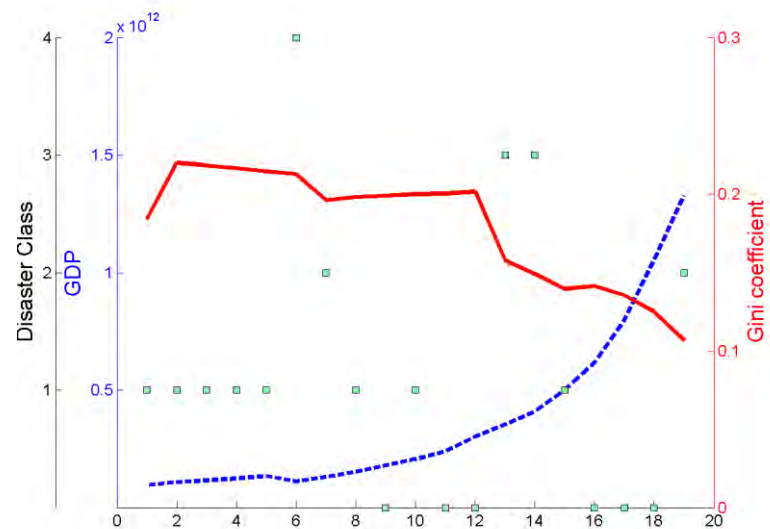
計算結果一覧を次頁以降に整理する。

※グラフと生データとの対応について

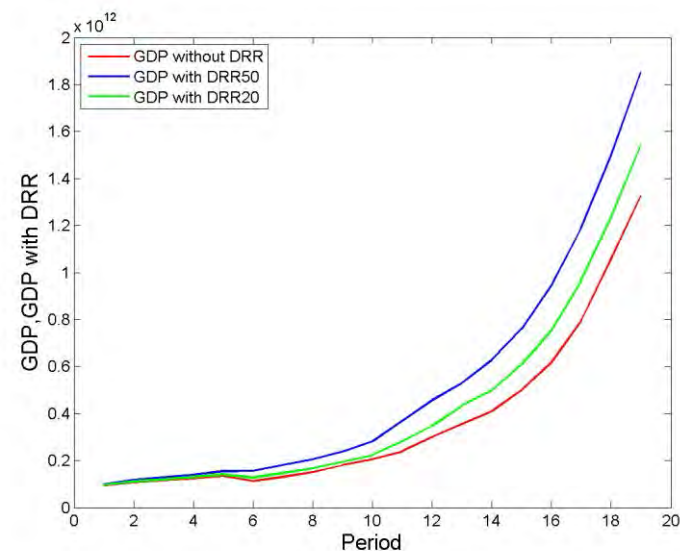


バリエーション(DRR%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	
1	災害クラス	Deproc	0	1	1	1	1	1	4	
		1st	184	184	188	197	211	230	174	
2	消費	c	2nd	254	252	256	267	284	309	214
			3rd	324	315	314	322	337	367	223
			4th	417	396	401	416	441	477	314
			5th	787	713	711	726	756	821	481
			1st	264	244	232	229	233	235	145
3	物的資産	z	2nd	375	344	326	319	321	313	179
			3rd	391	355	333	322	320	274	157
			4th	594	486	463	454	457	454	241
			5th	1038	801	754	730	724	611	306
			1st	8	8	8	8	8	8	8
4	教育費用	η (m)	2nd	8	8	8	8	8	8	8
			3rd	8	8	8	8	8	8	8
			4th	57	8	8	8	8	8	8
			5th	181	8	8	8	8	8	8
			1st	3	3	3	3	3	3	3
5	人的資本	h	2nd	4	4	4	4	4	3	3
			3rd	4	4	4	4	4	4	4
			4th	5	5	5	5	5	5	5
			5th	8	8	8	7	7	7	7
			1st	944	898	874	871	886	482	660
6	金融資産	b	2nd	1298	1227	1188	1177	1188	642	815
			3rd	1668	1544	1466	1426	1418	756	852
			4th	2130	1937	1870	1844	1854	997	1195
			5th	4036	3506	3326	3225	3192	1692	1818
			1st	370	393	422	456	498	419	519
7	所得	f(h,k,T)	2nd	479	507	543	586	637	535	643
			3rd	561	589	625	670	725	605	693
			4th	644	756	807	870	945	792	930
			5th	988	1224	1298	1389	1499	1249	1404
			8	GDP	9.44E+10	1.08E+11	1.15E+11	1.23E+11	1.34E+11	1.12E+11
9	ジニ係数	0.184	0.220	0.218	0.217	0.215	0.213	0.196		

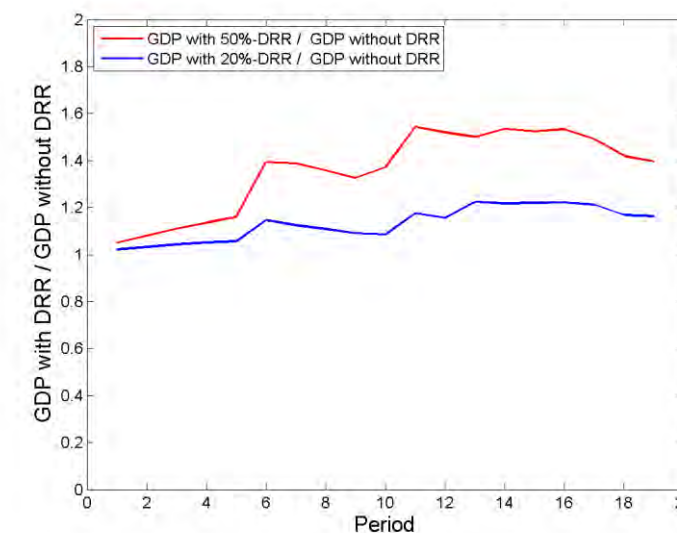
■パキスタン計算結果 (1) 防災対策の有無とGDP



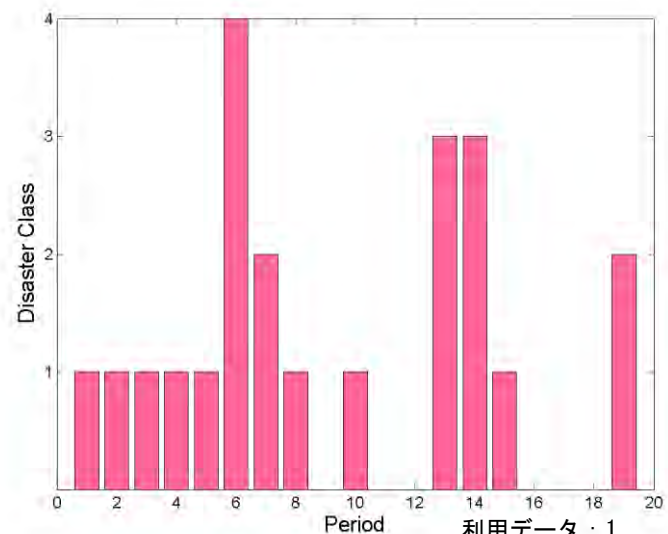
利用データ : 1, 8, 9



利用データ :

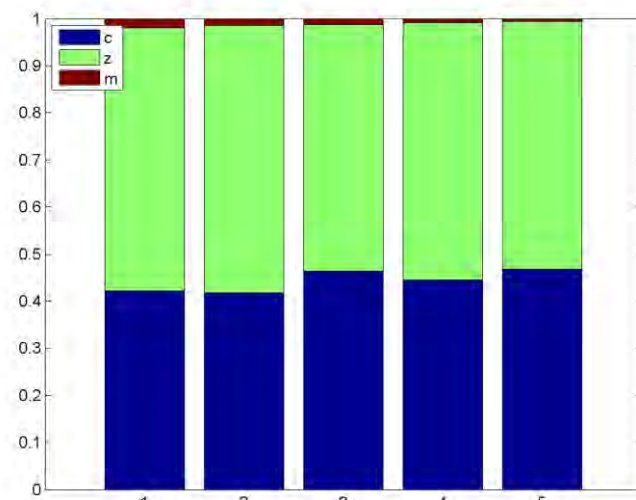


利用データ :



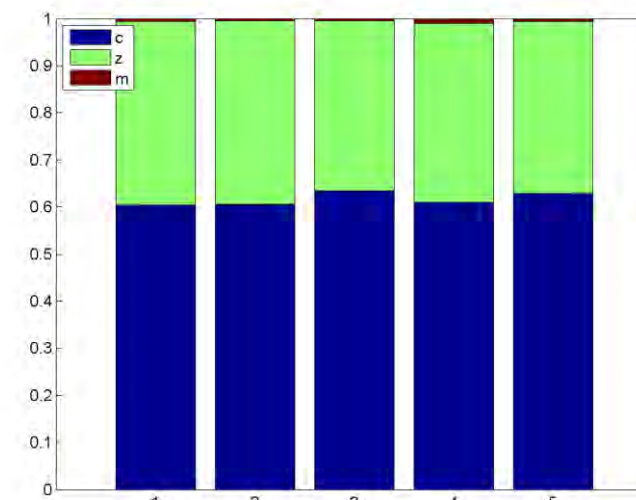
利用データ : 1

DCProcess



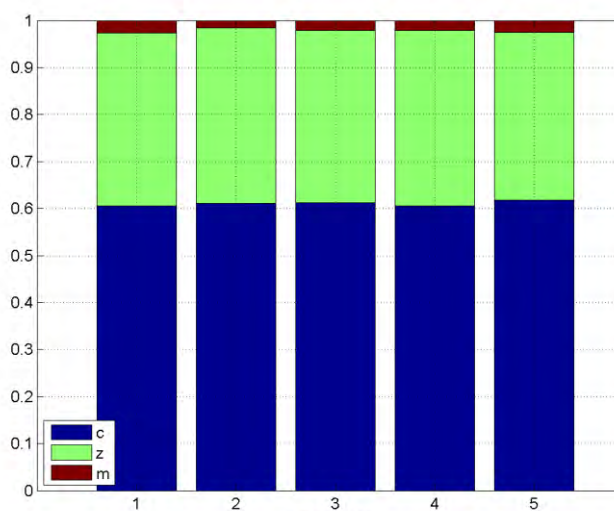
利用データ : 2, 3, 4

share of c,z,m for each class at 2ndyear

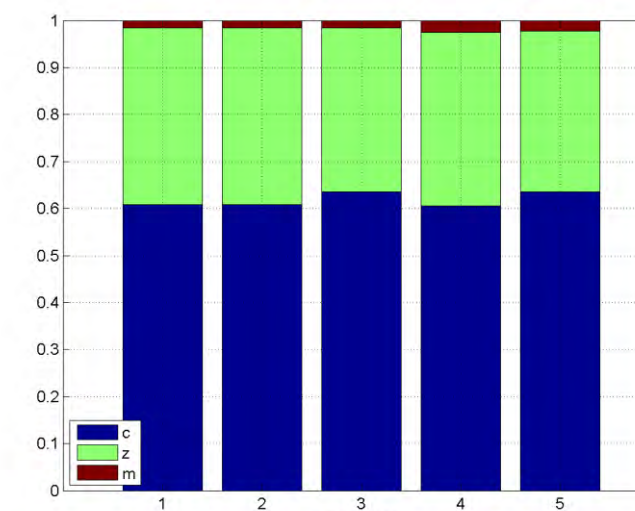


利用データ : 2, 3, 4

share of c,z,m for each class at 15thyear



social class 利用データ : 20, 21, 22

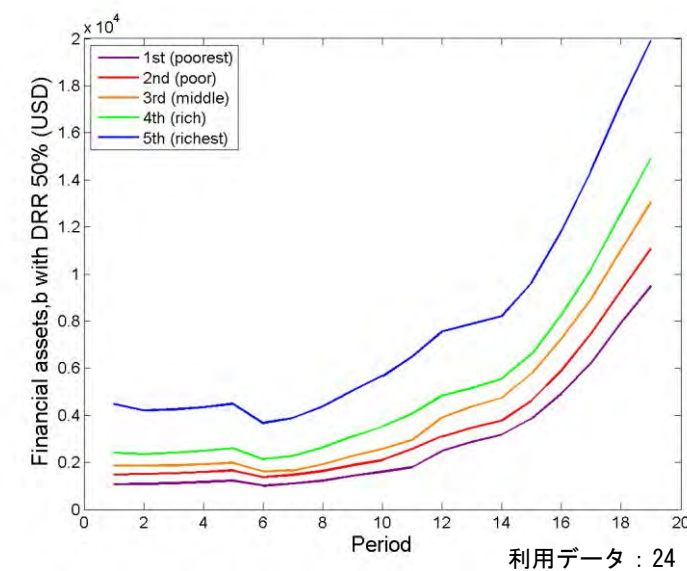
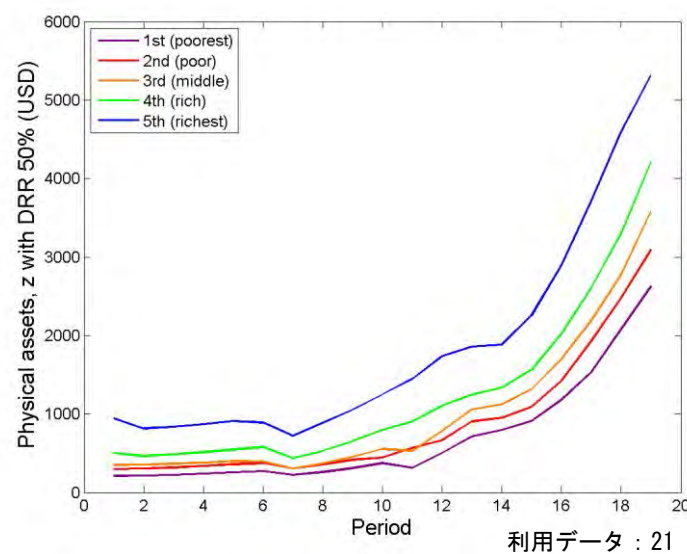
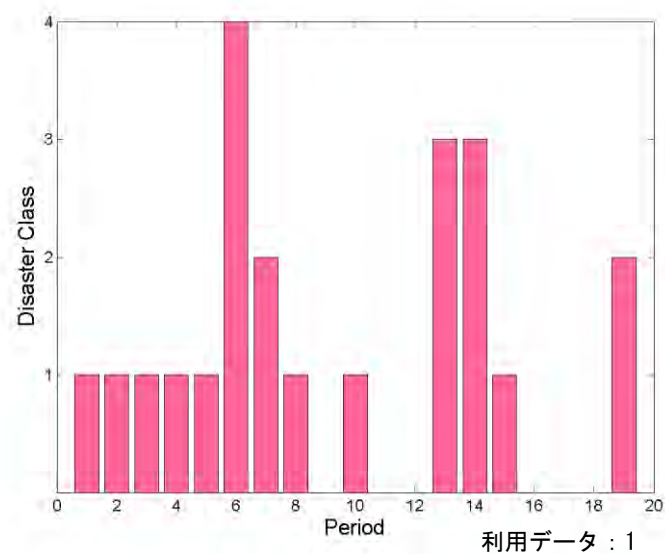
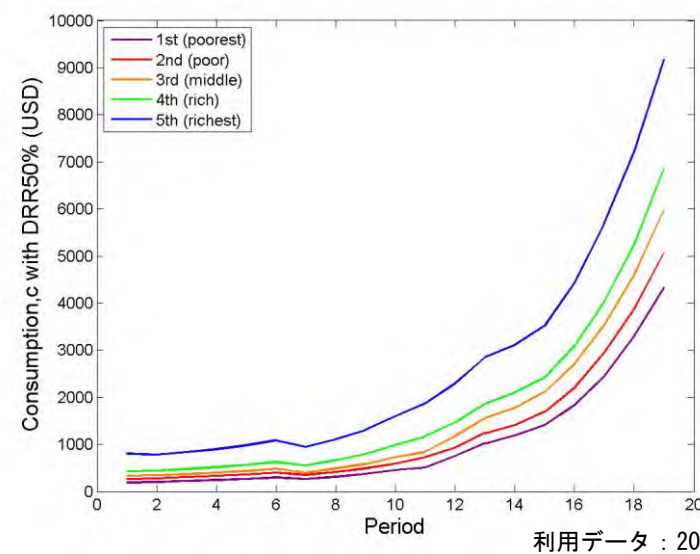
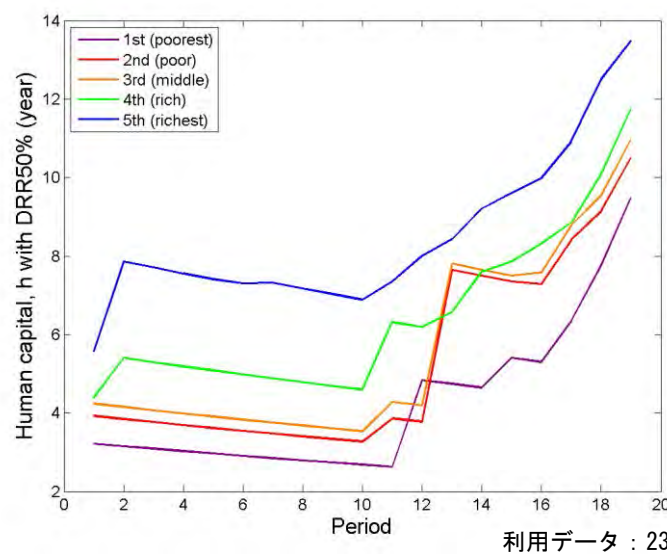
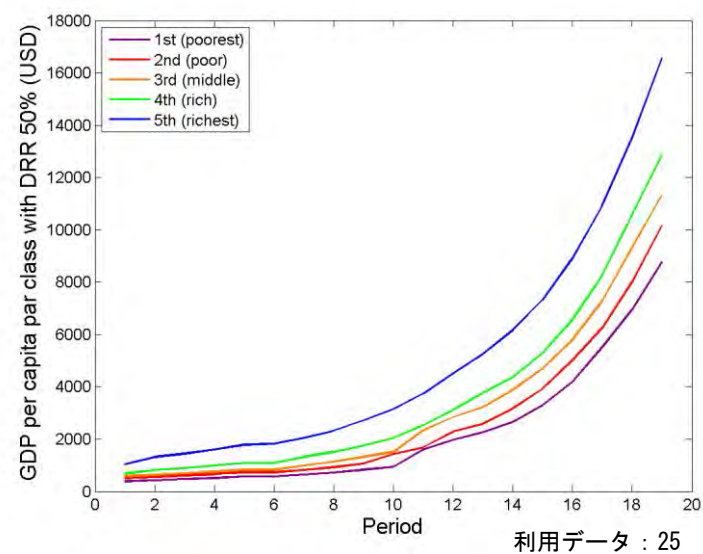
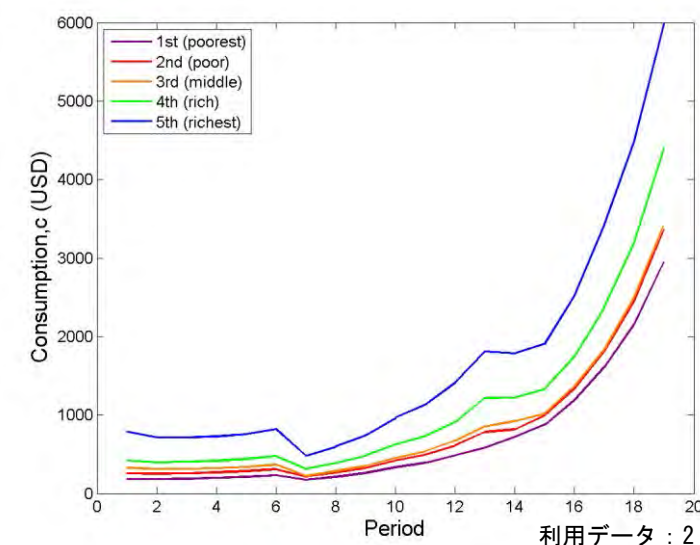
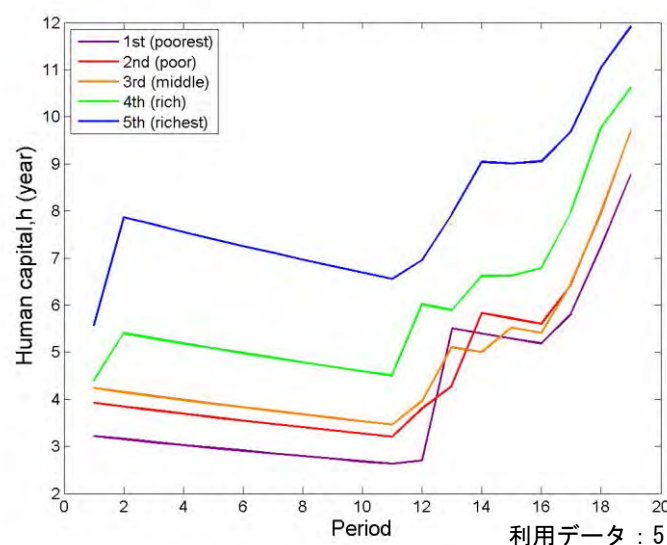
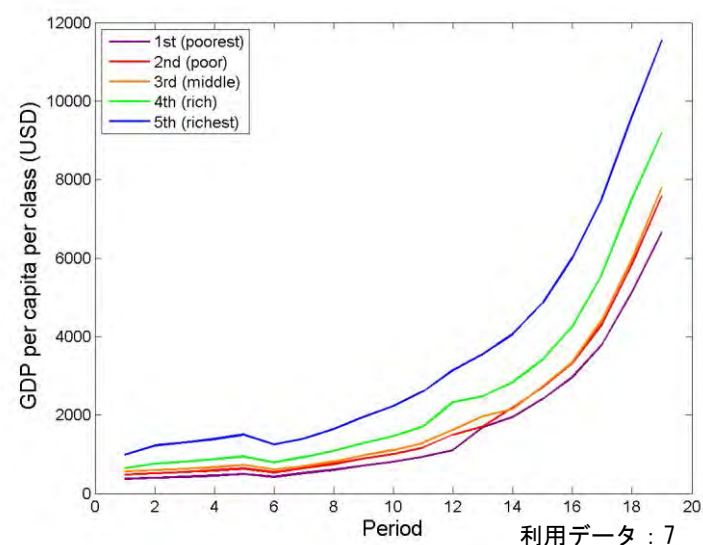


social class 利用データ : 20, 21, 22

■パキスタン計算結果 (2) 所得階層ごとのGDP

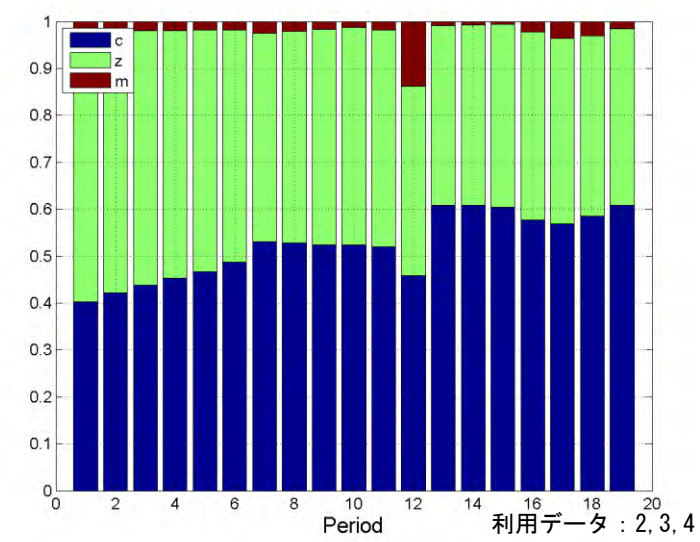
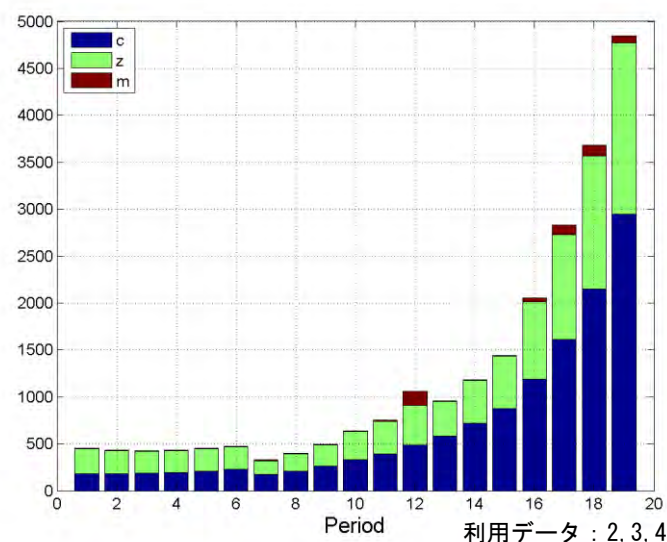
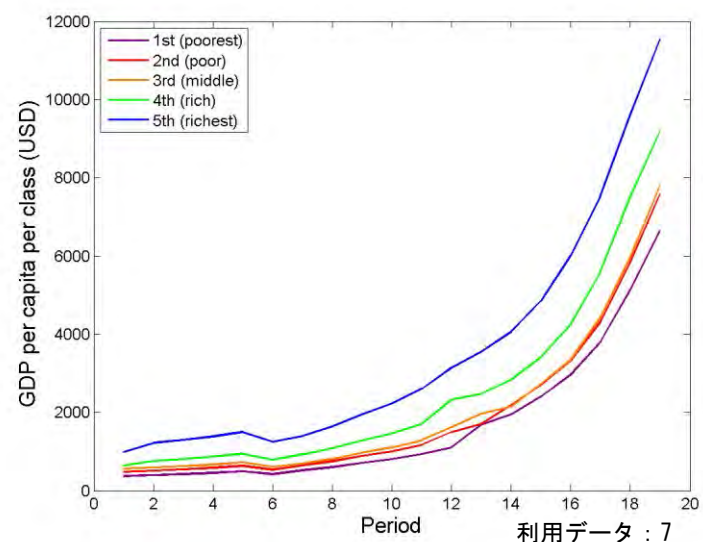
share of c,z,m with DRR 50% for each class

share of c,z,m with DRR50%, for each class



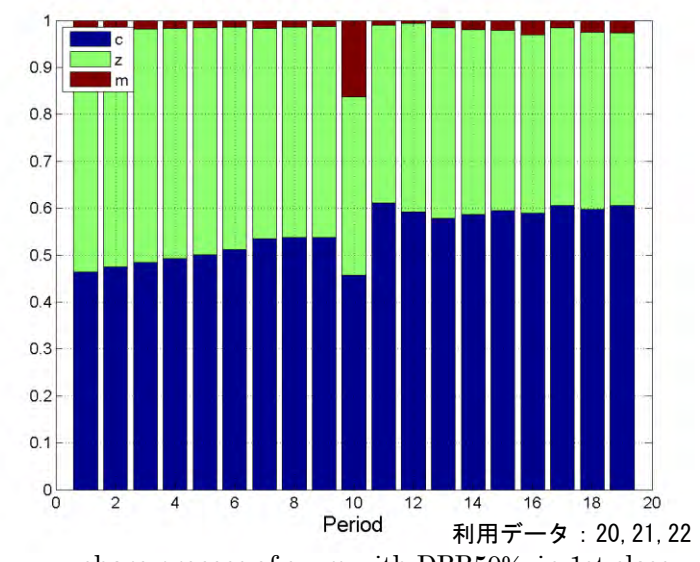
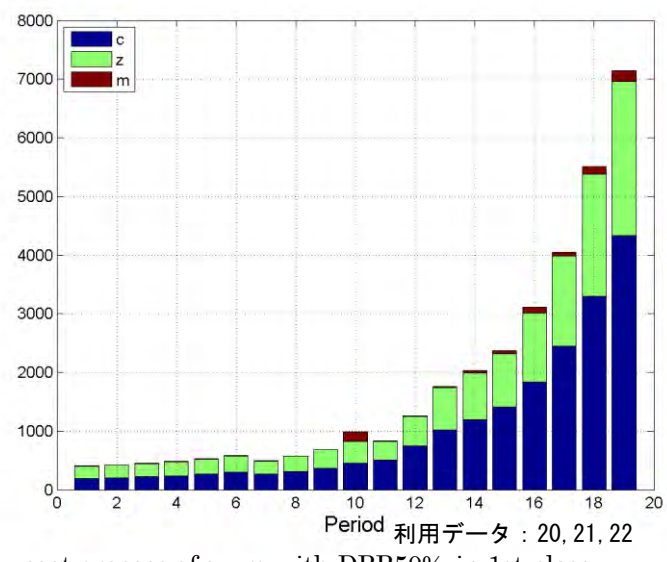
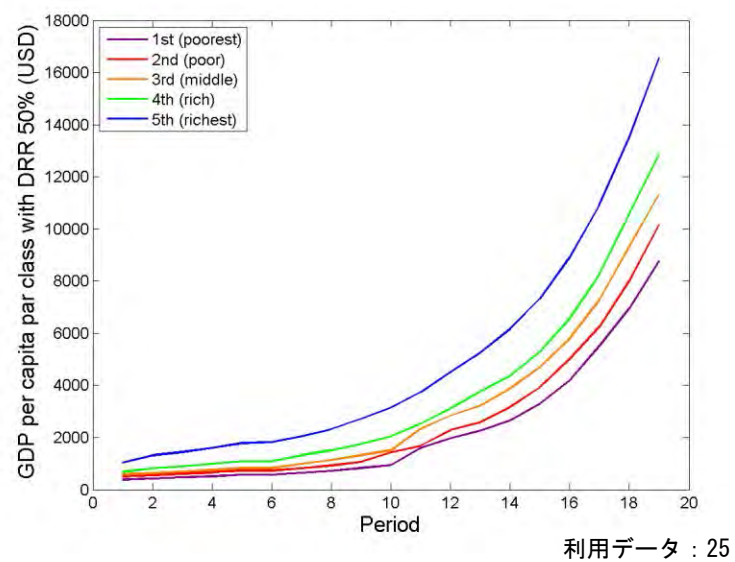
DCProcess

■パキスタン計算結果 (3) 家計の投資の変化



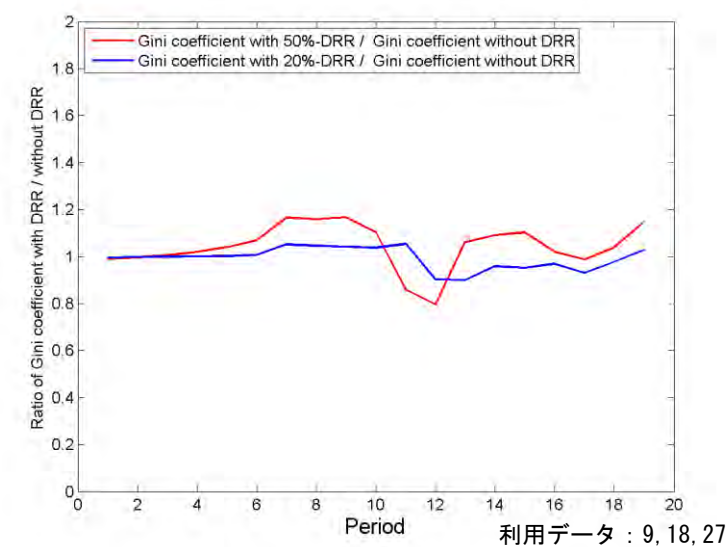
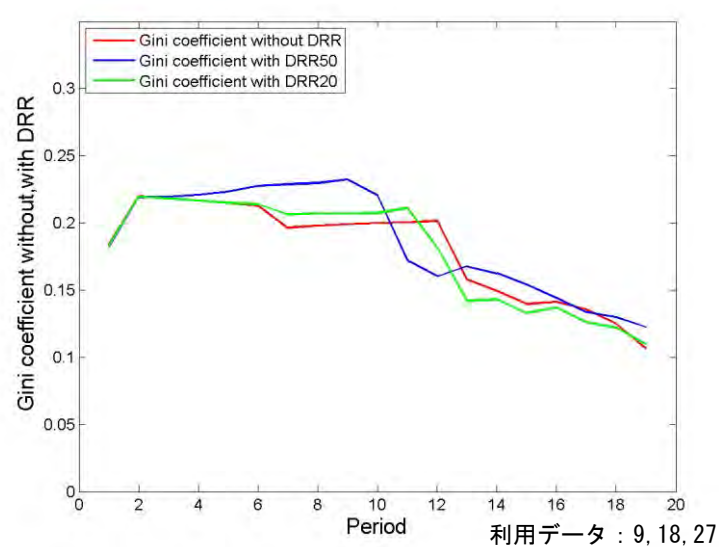
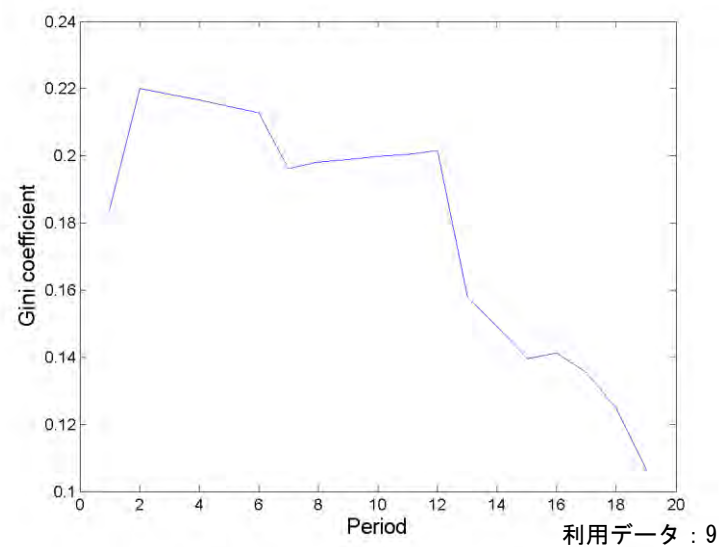
cost process of c,z,m in 1st class

share process of c,z,m in 1st class

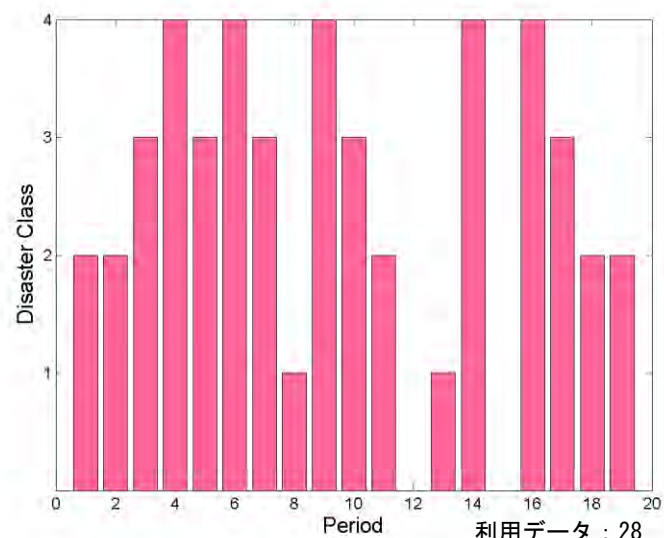
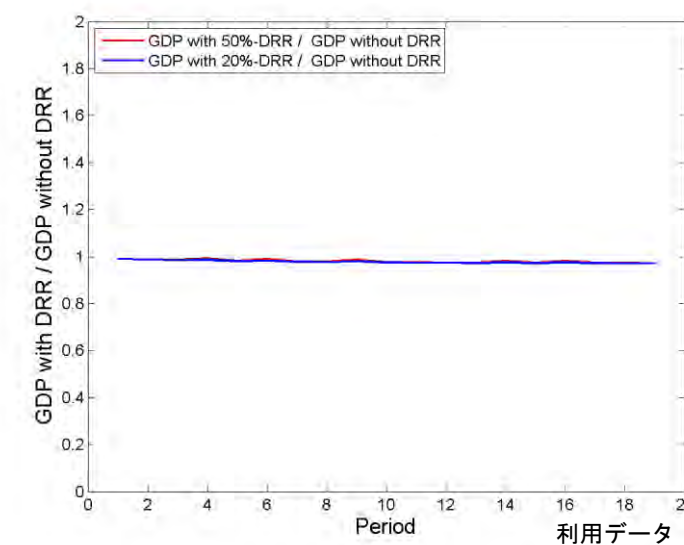
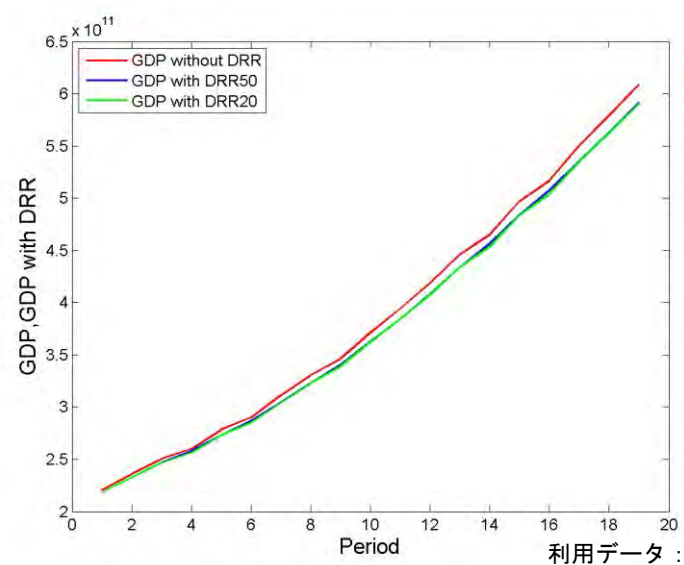
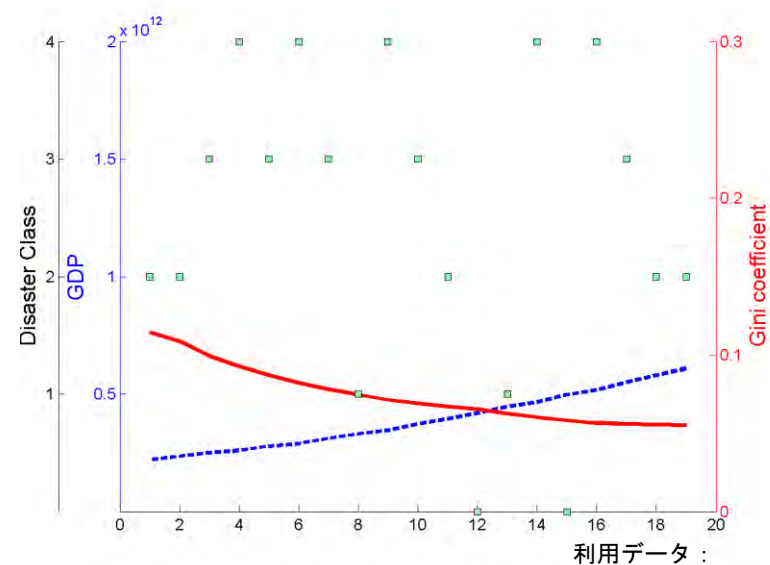


cost process of c,z,m with DRR50% in 1st class

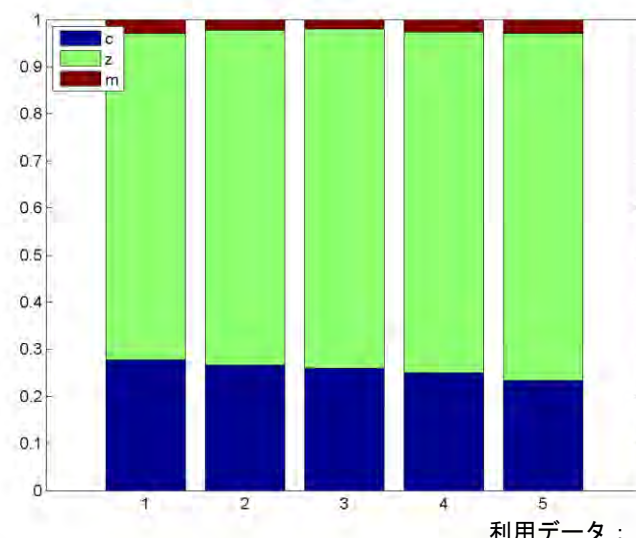
share process of c,z,m with DRR50% in 1st class



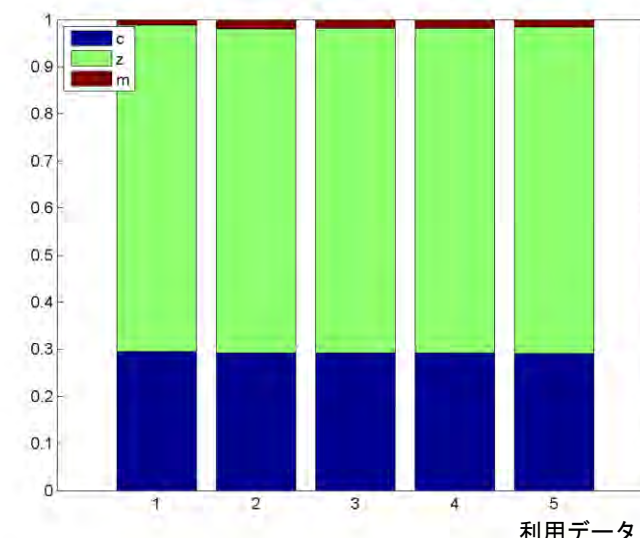
■インドネシア計算結果 (1) 防災対策の有無とGDP



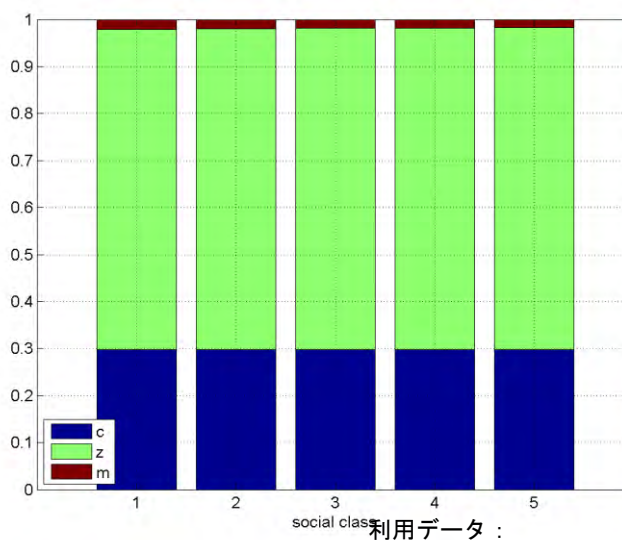
DCProcess



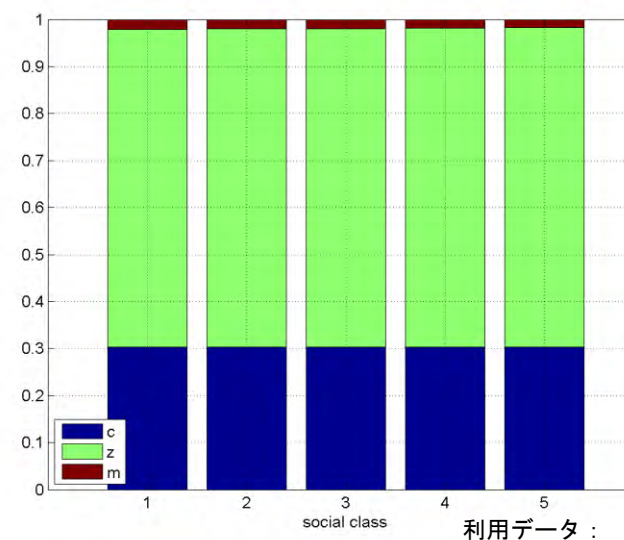
share of c,z,m for each class at 2ndyear



share of c,z,m for each class at 15thyear

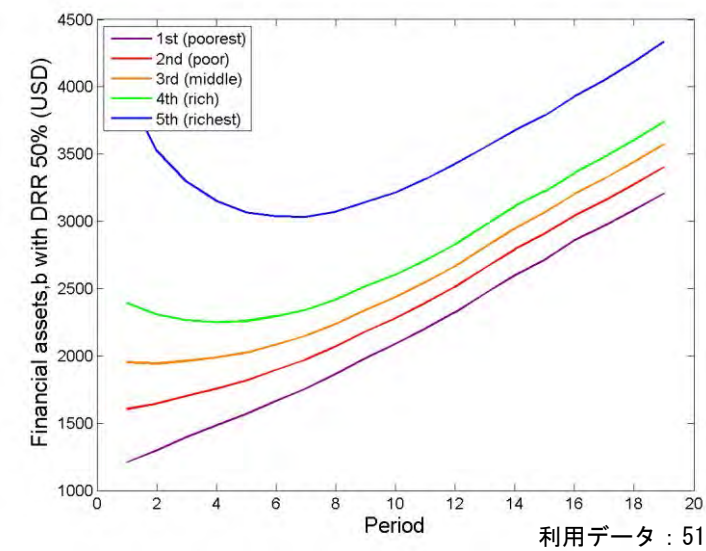
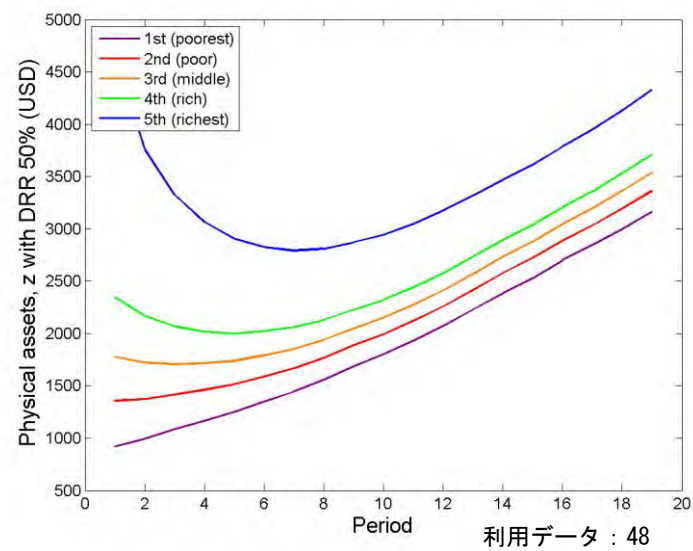
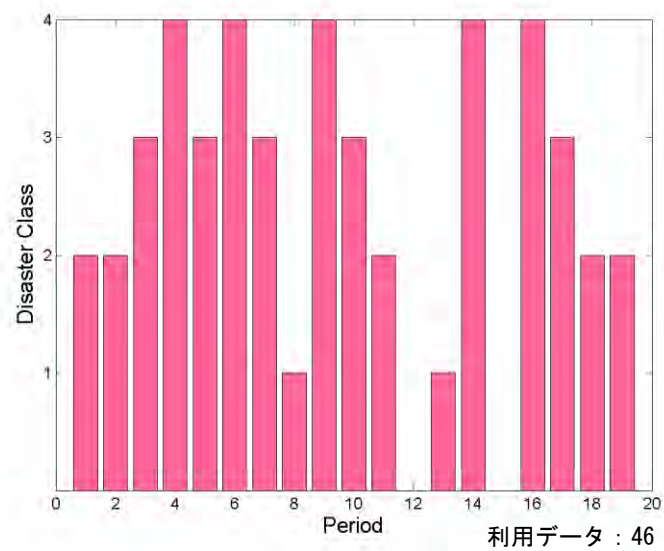
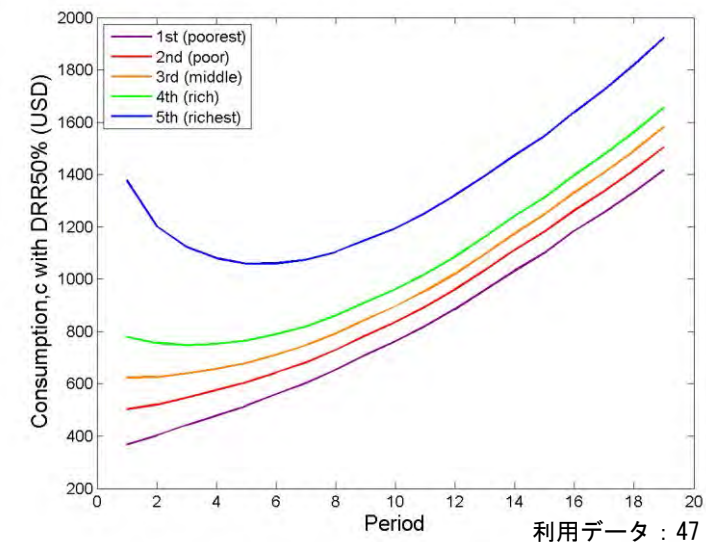
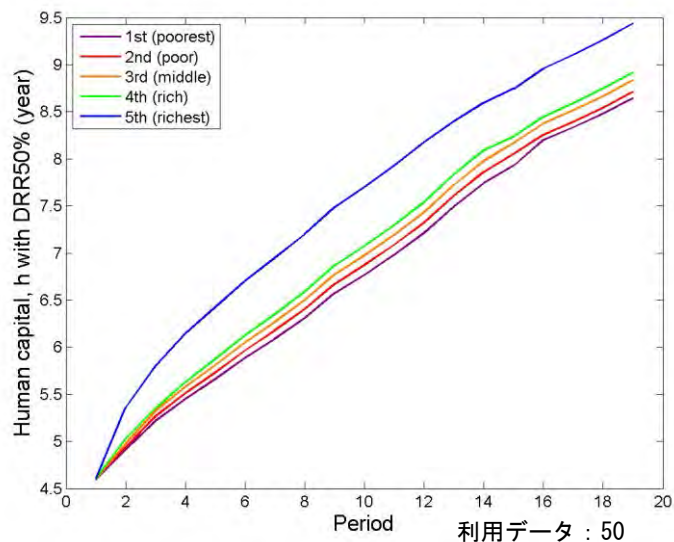
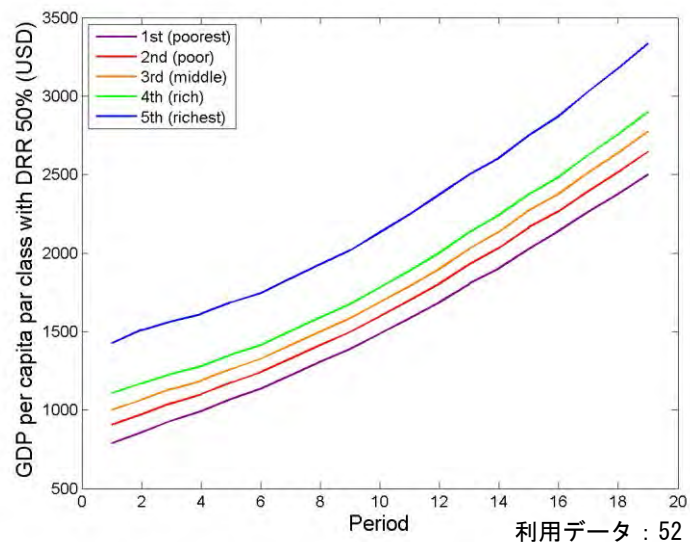
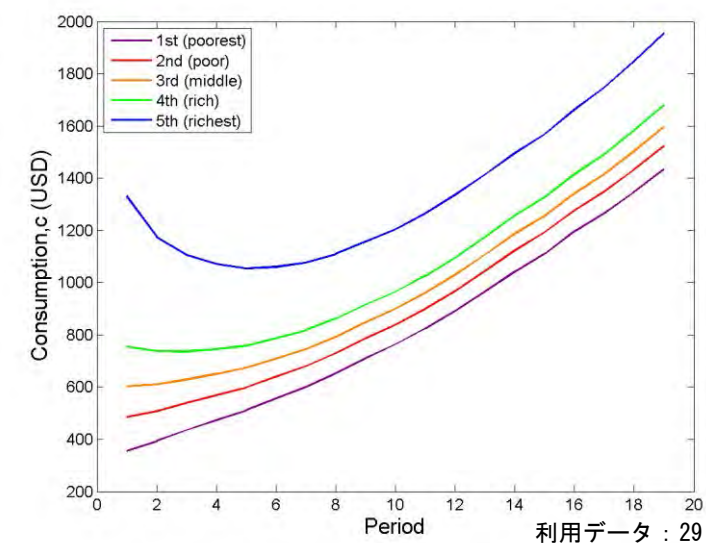
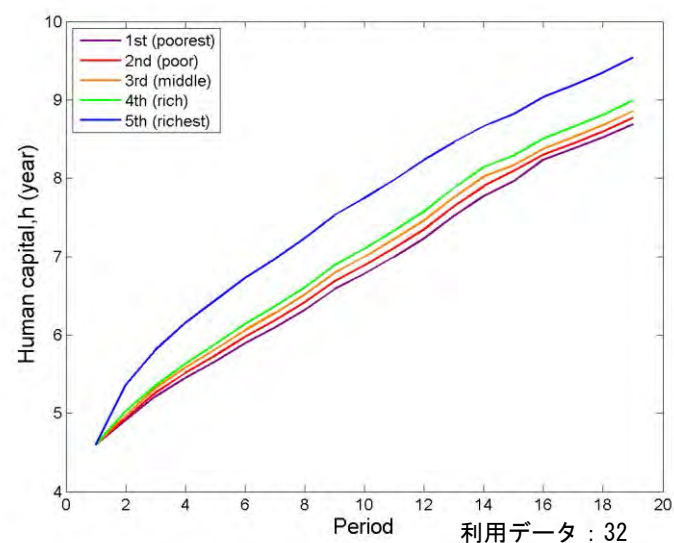
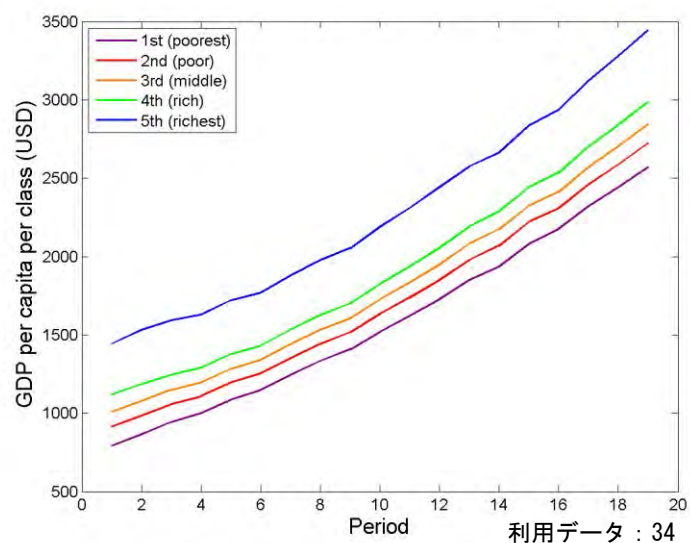


share of c,z,m with DRR50% for each class



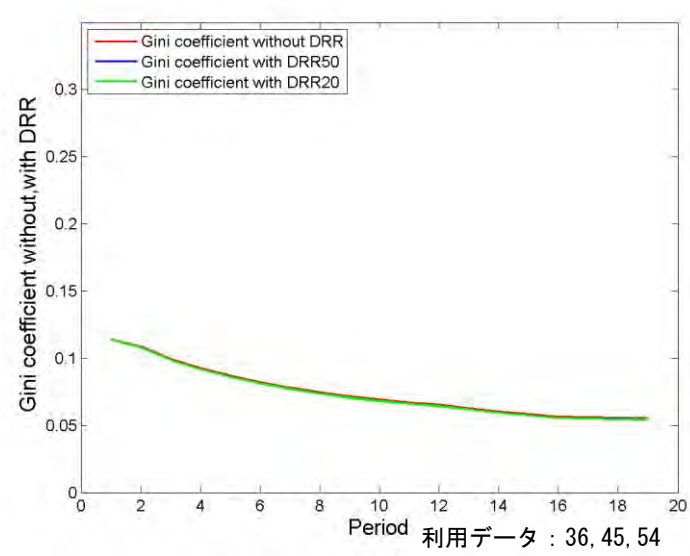
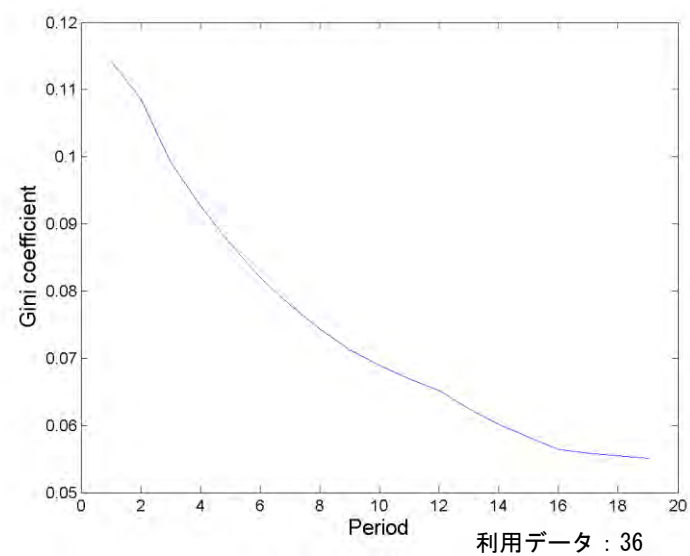
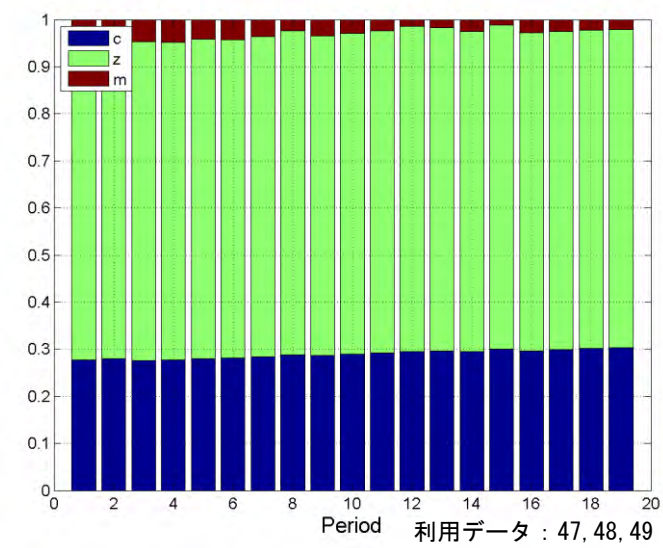
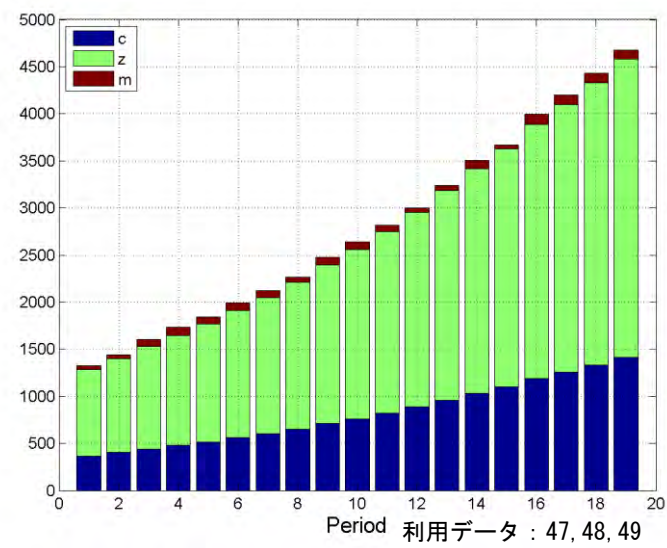
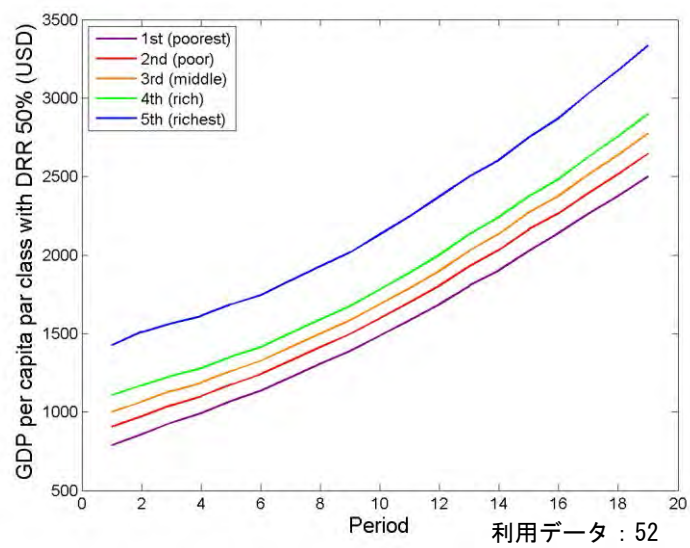
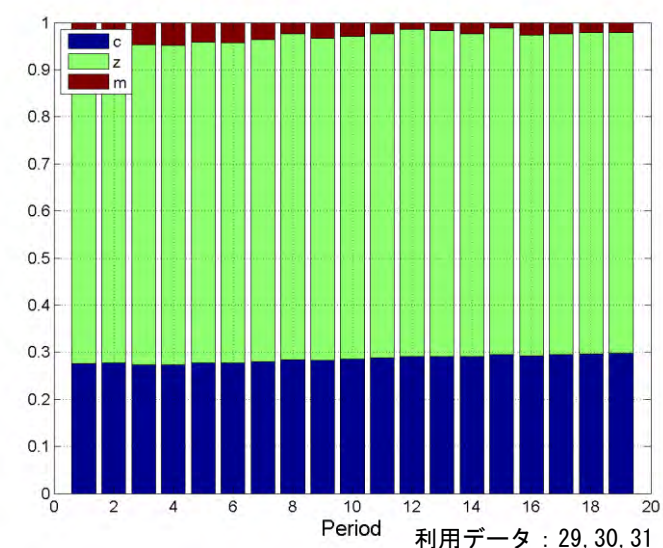
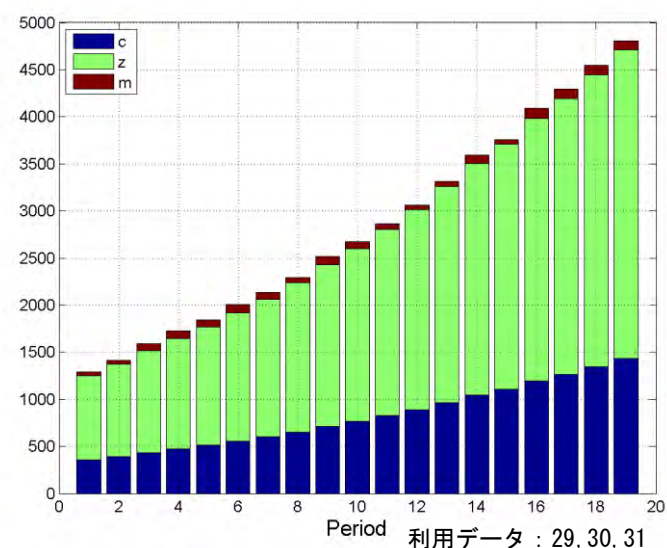
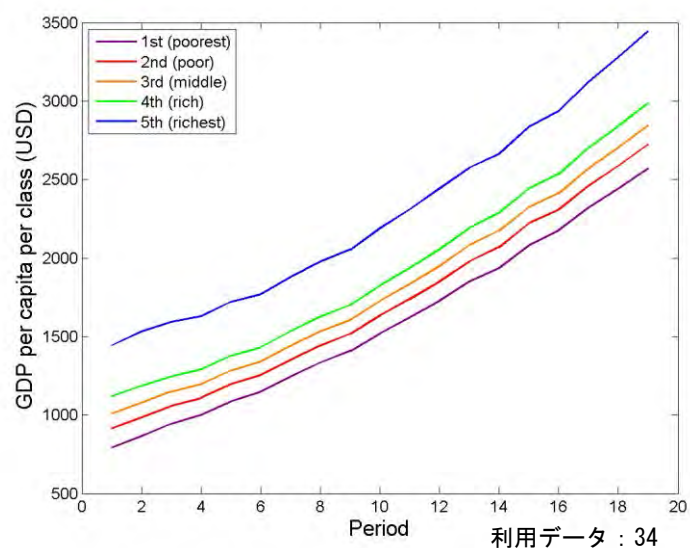
share of c,z,m with DRR50%, for each class

■インドネシア (2) 所得階層ごとのGDP

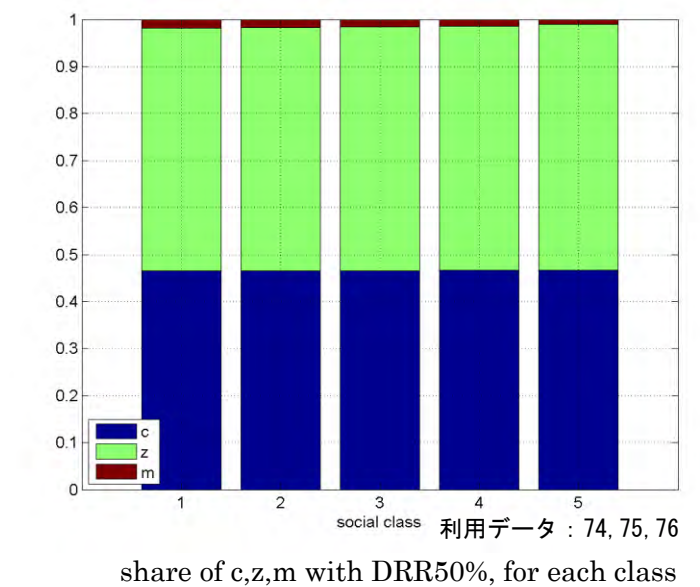
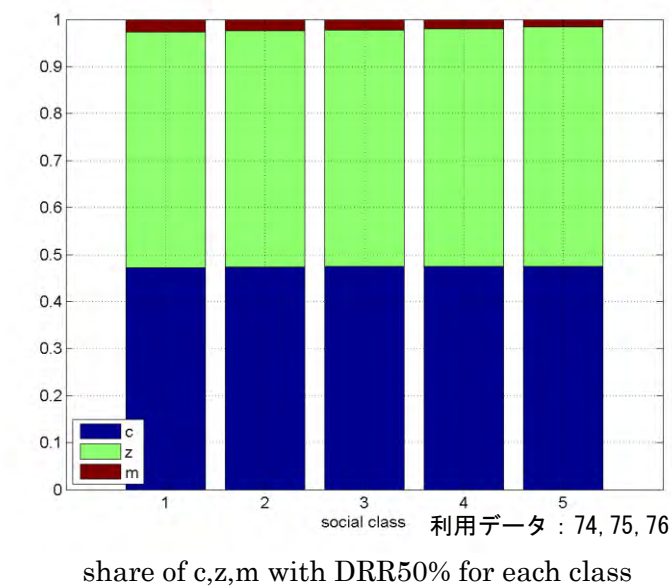
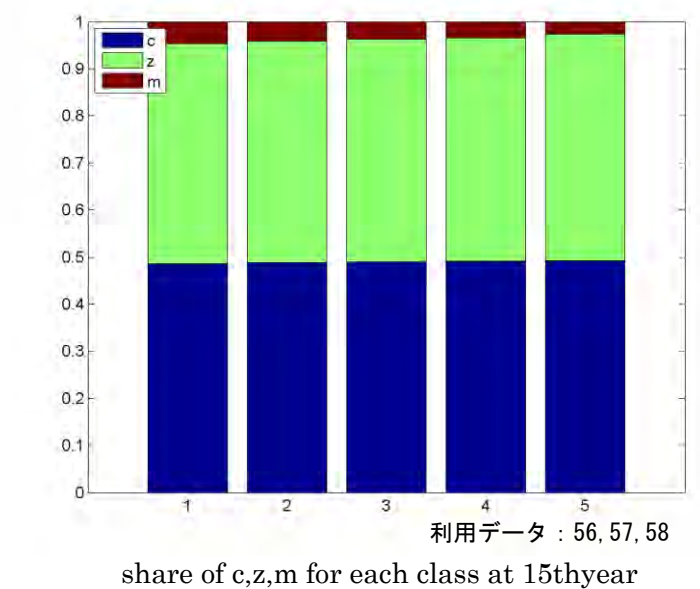
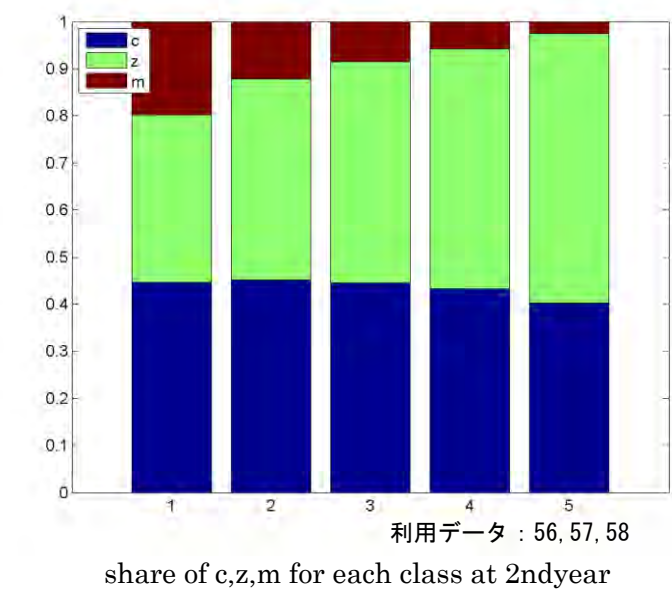
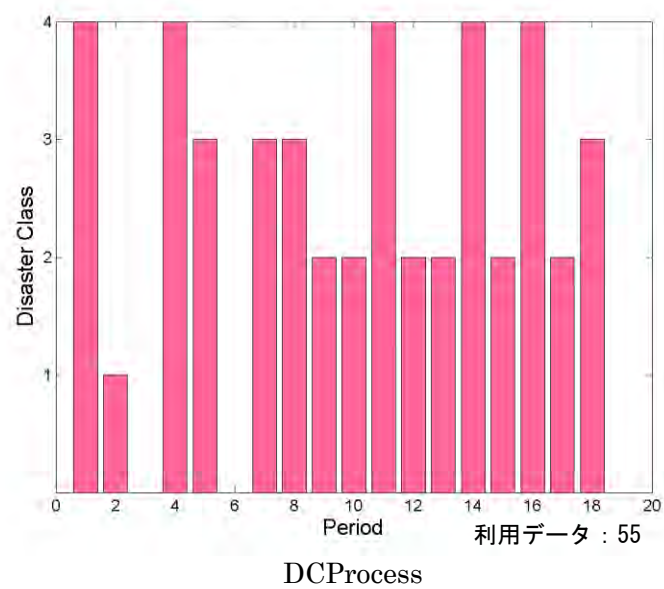
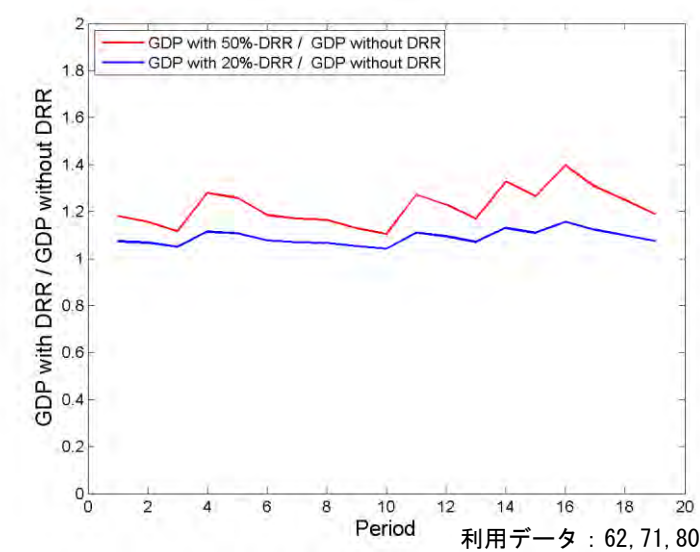
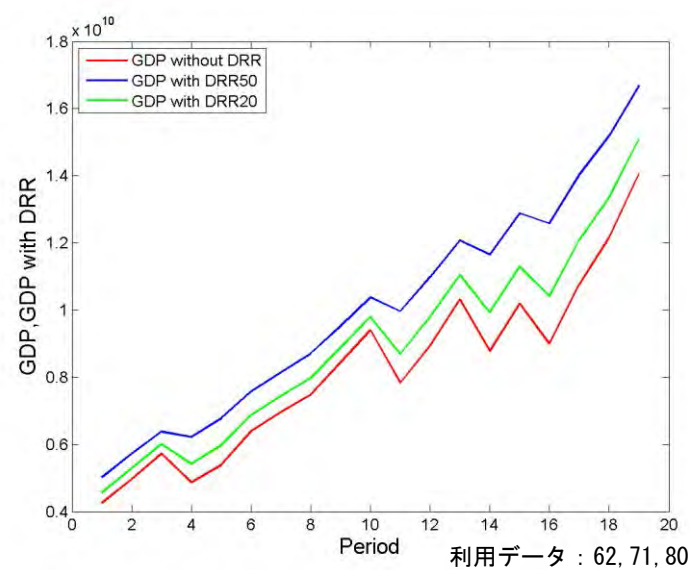
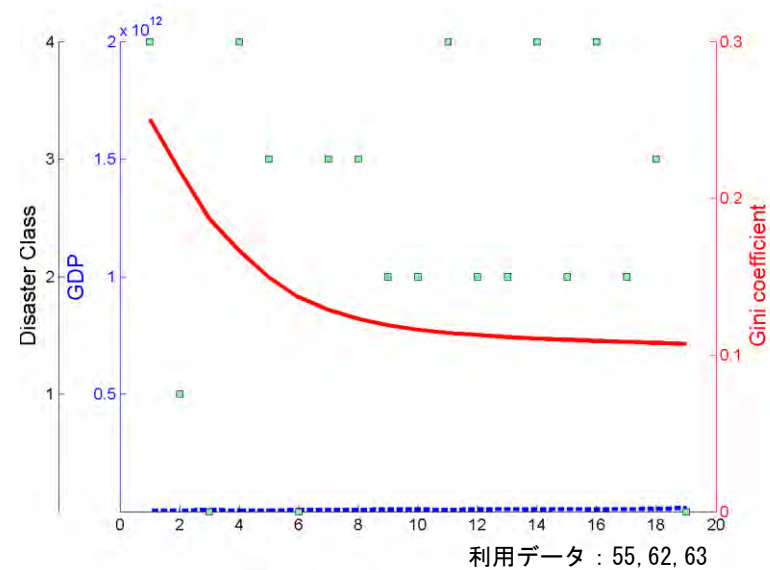


DCProcess

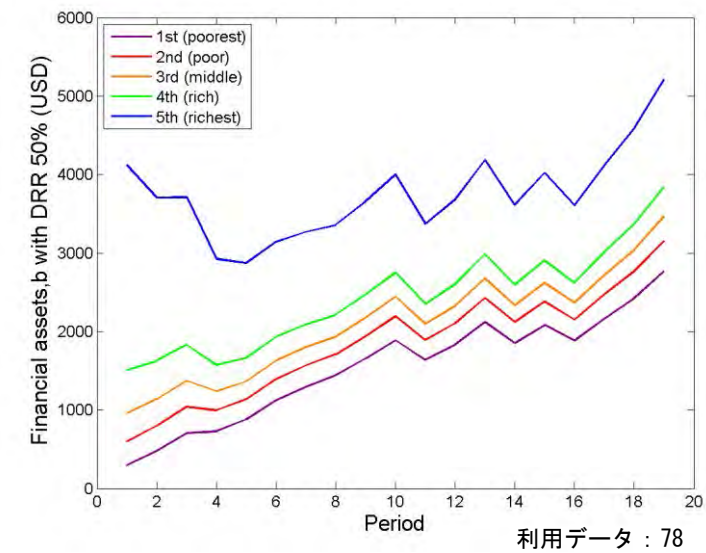
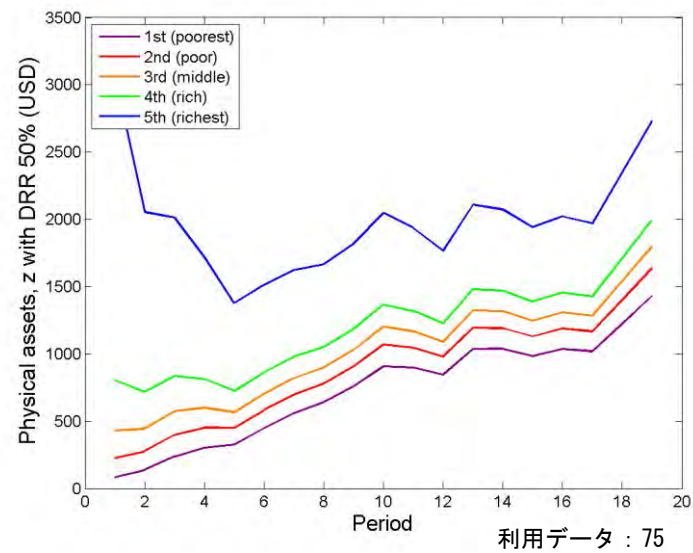
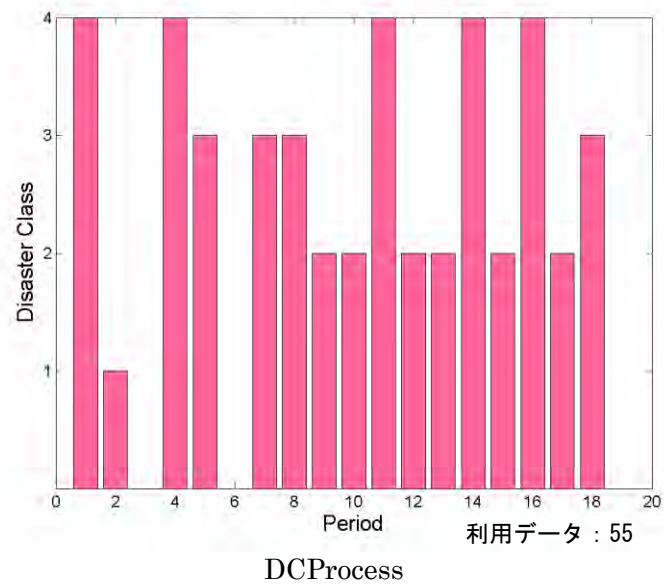
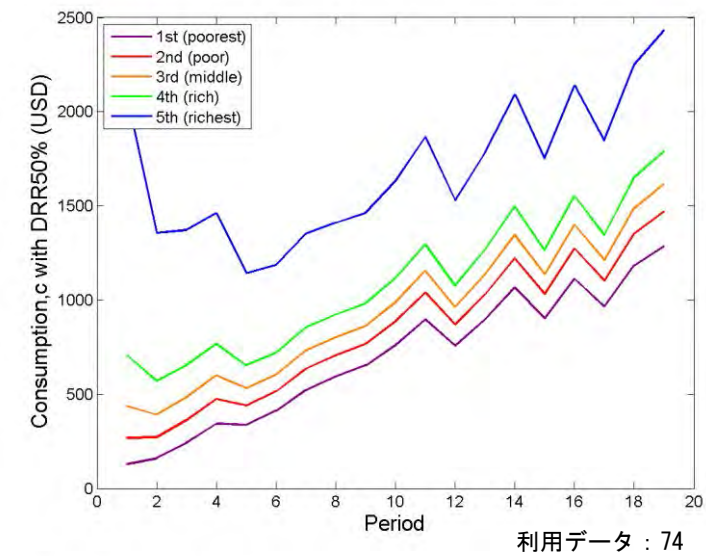
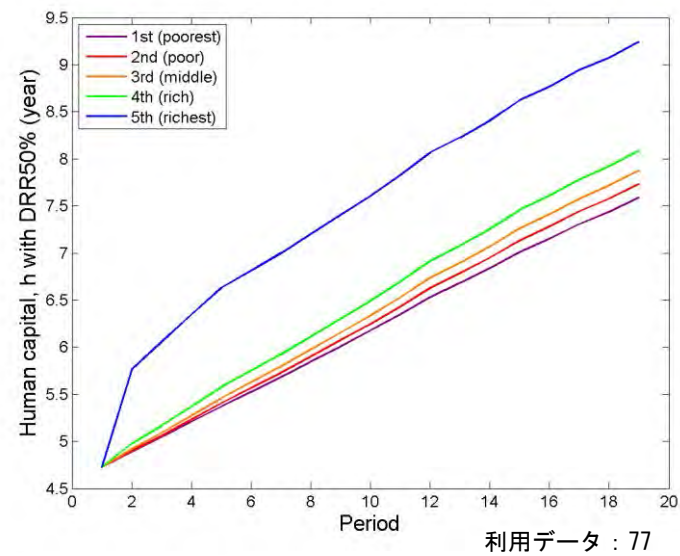
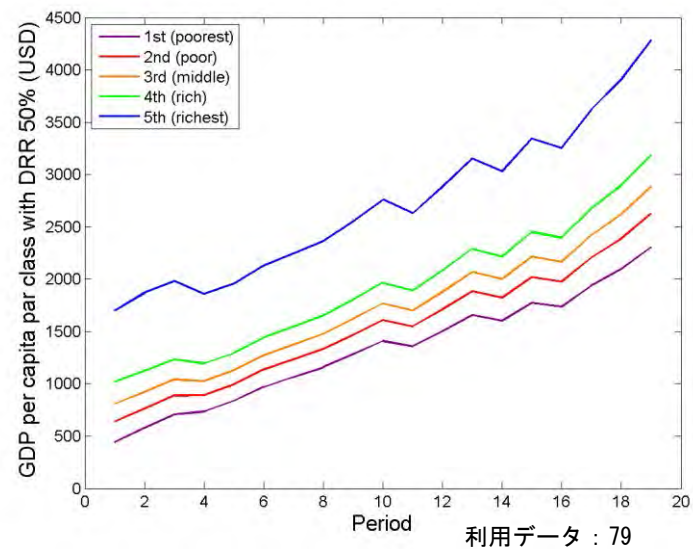
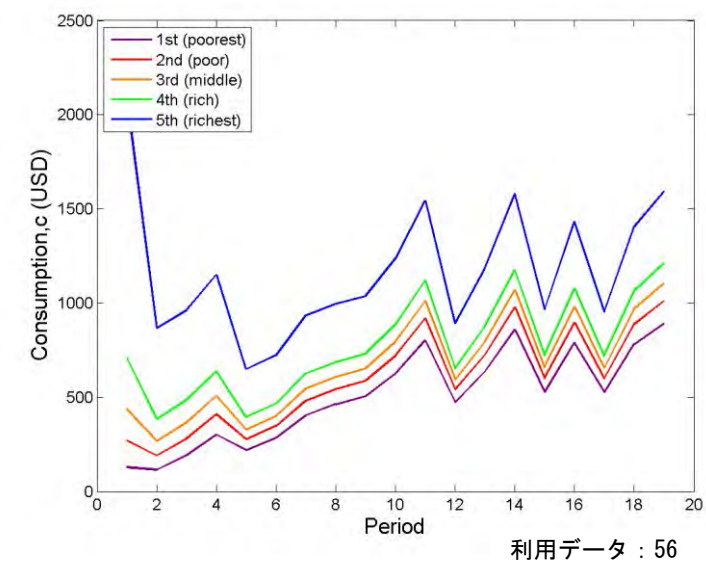
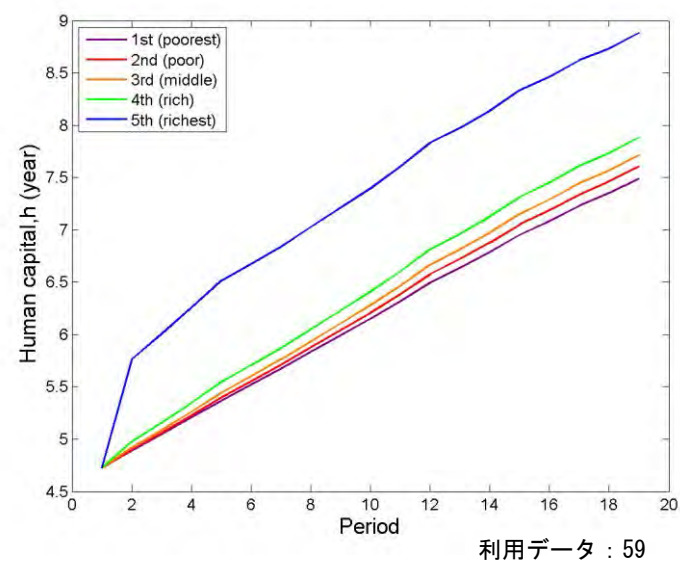
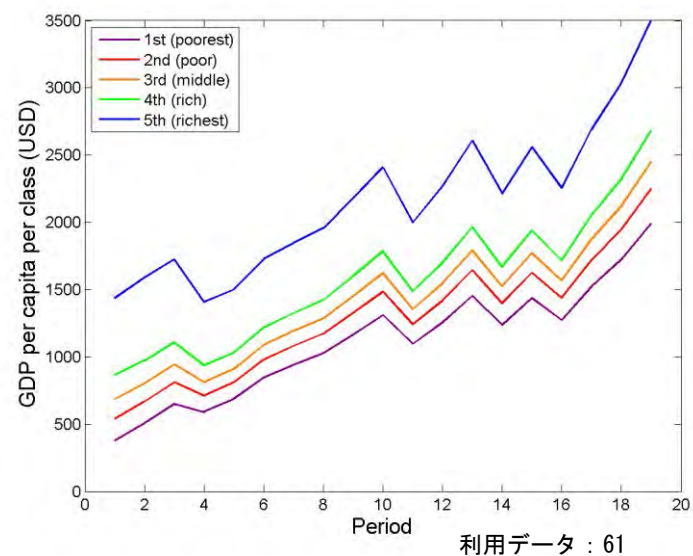
■インドネシア計算結果 (3) 家計の投資の変化



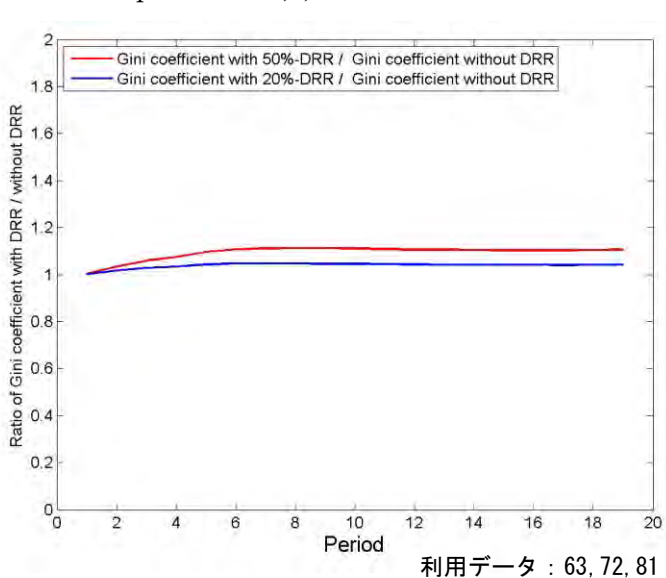
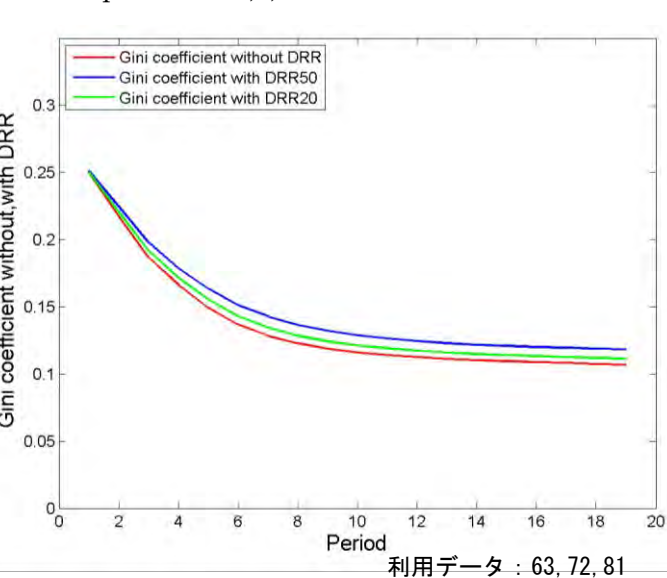
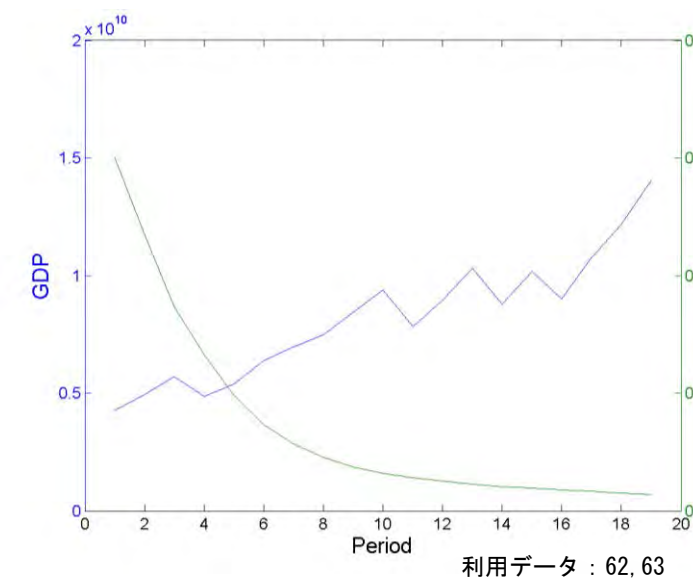
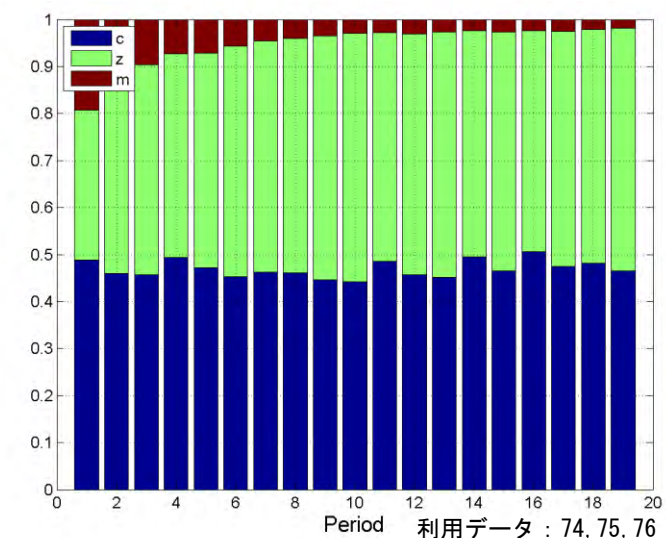
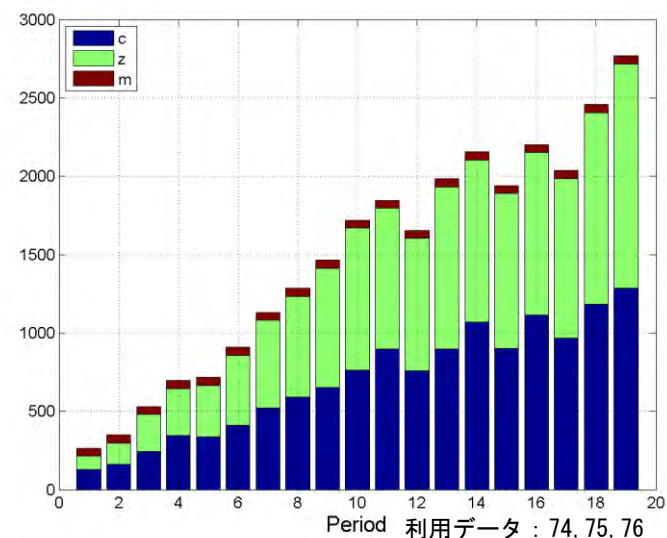
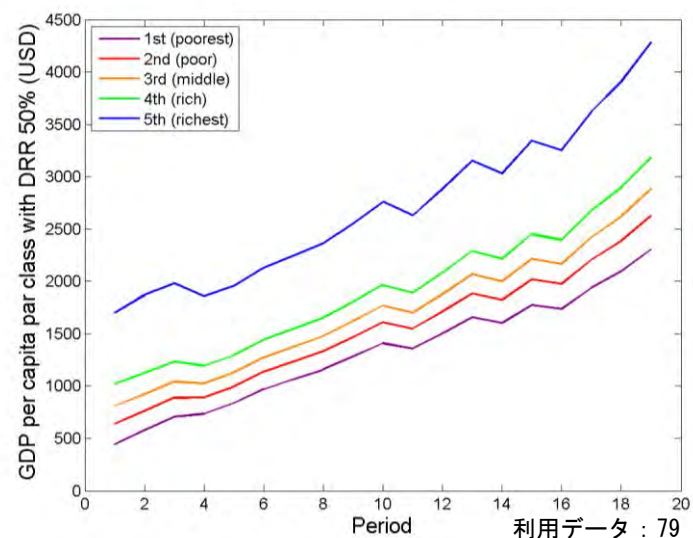
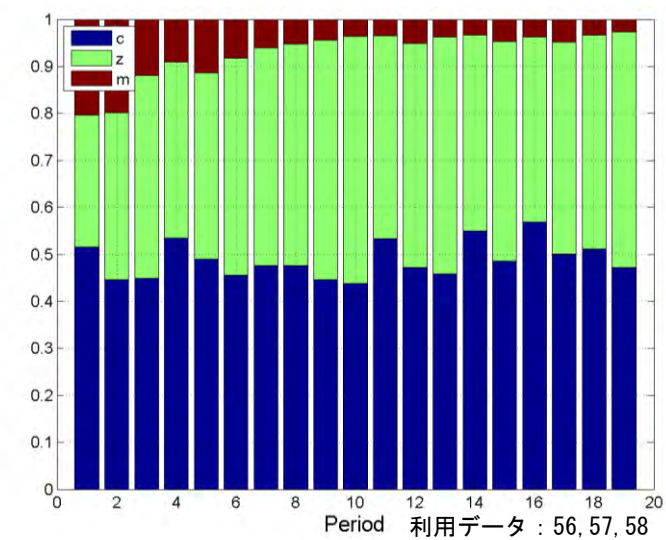
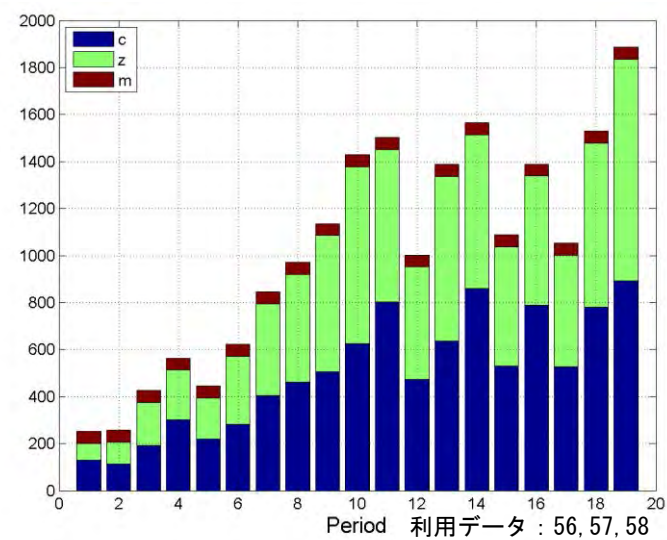
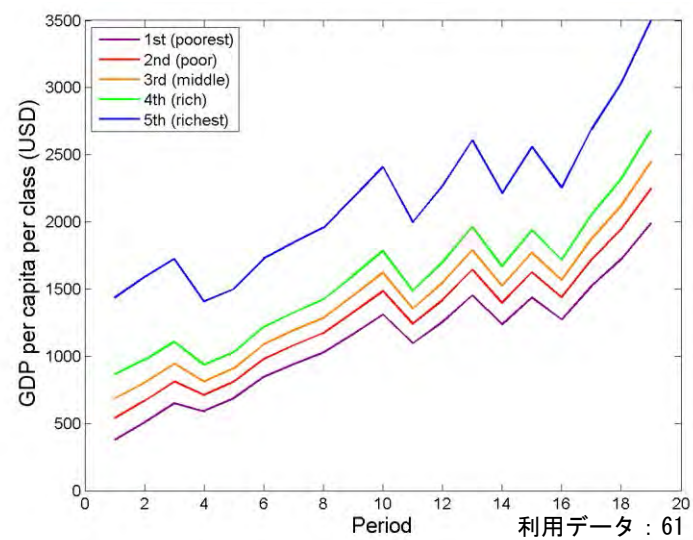
■ホンジュラス計算結果 (1) 防災対策の有無とGDP



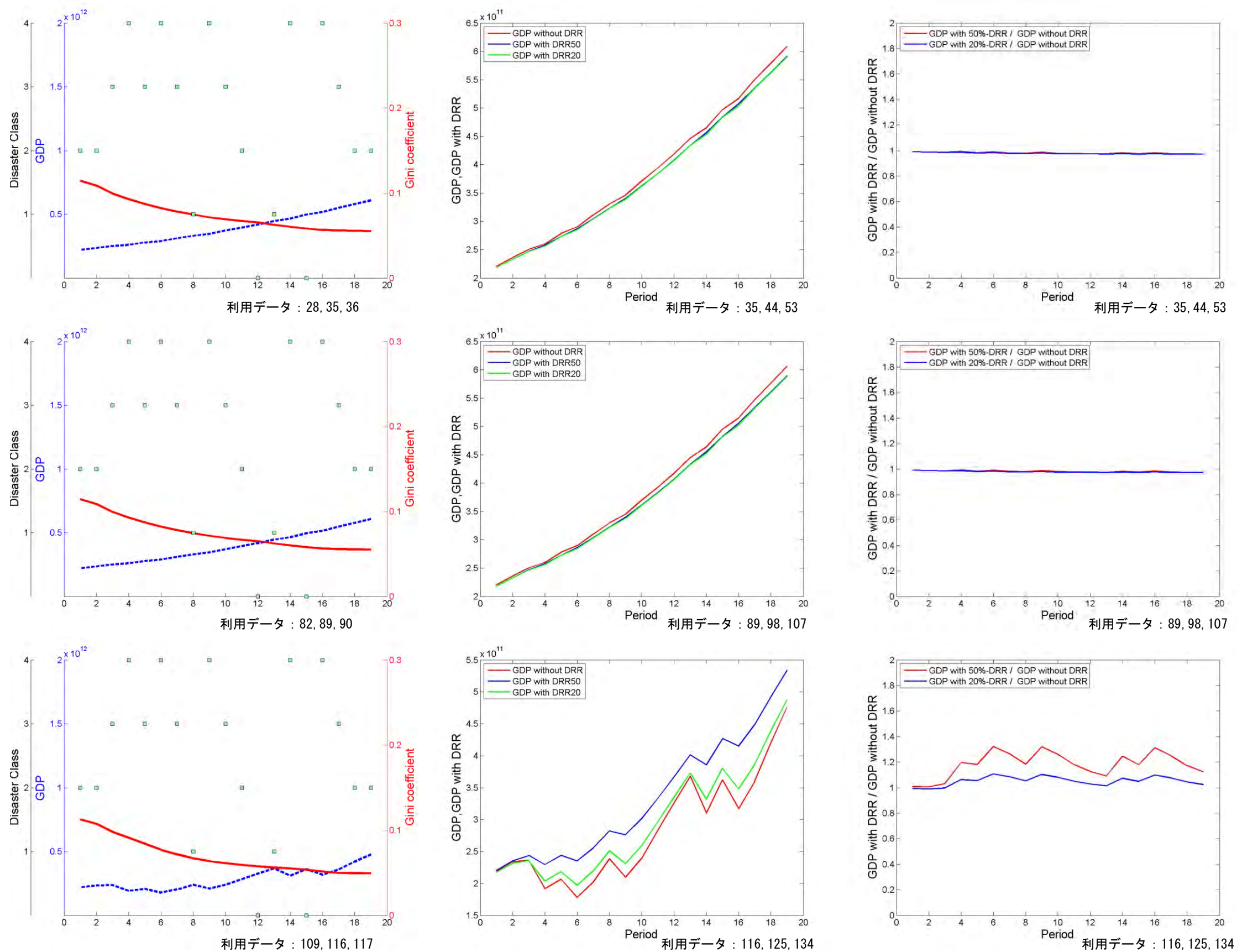
■ホンジュラス計算結果 (2) 所得階層ごとのGDP



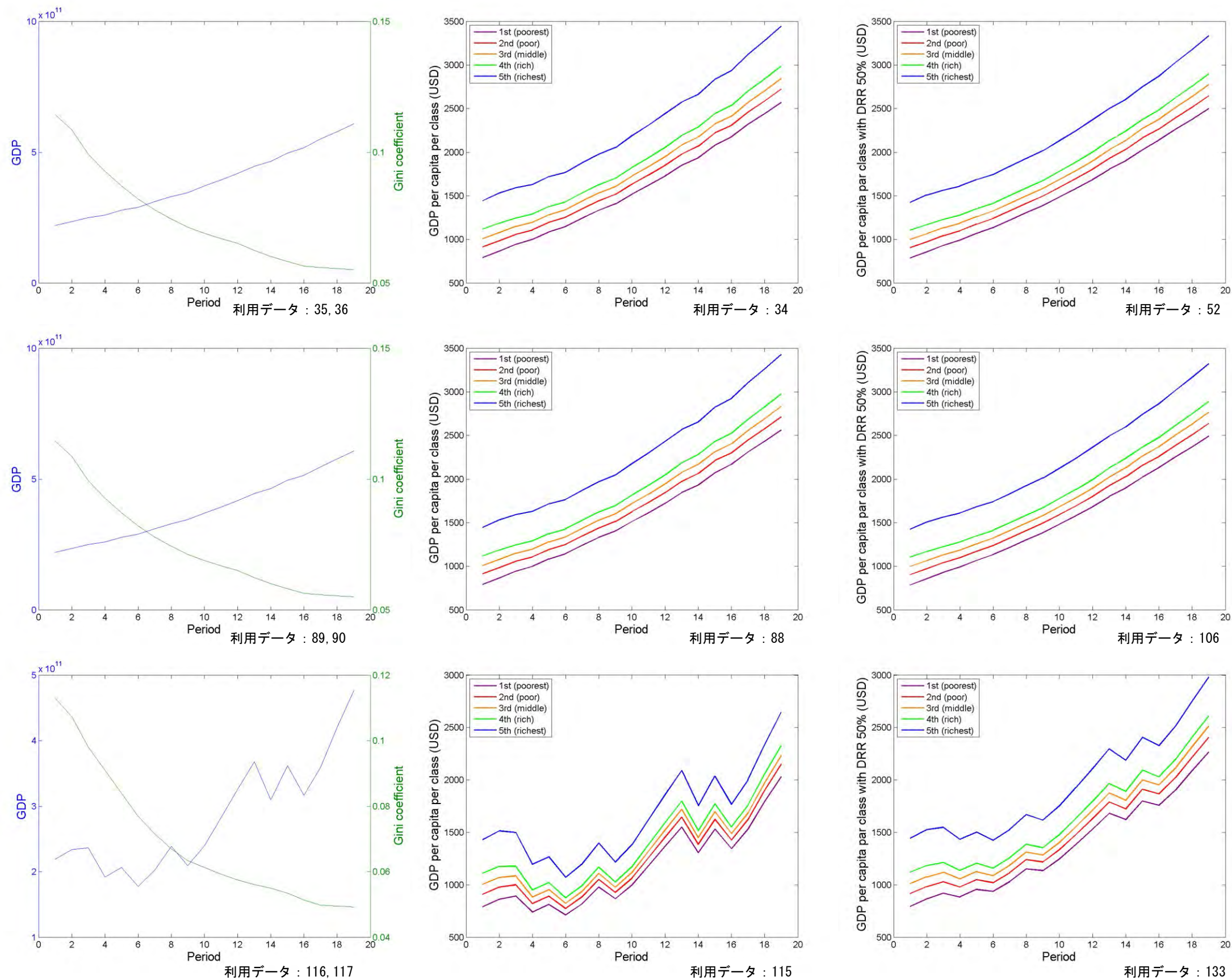
■ホンジュラス計算結果 (3) 家計の投資の変化



■インドネシア計算結果（オリジナル）／（物的被害データ追加 → 金融被害へ反映）／（ホンジュラス被害率流用）



■インドネシア計算結果（オリジナル）／（物的被害データ追加 → 金融被害へ反映）／（ホンジュラス被害率流用）



■計算結果一覧表

表 パキスタン (DRRO%) 計算結果 (データ No. 1~9)

パキスタン(DRR0%)		1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
1	災害クラス Dcproc	0	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	0	1	1	1	2	2	0	2	
2	消費 c	1st	184	184	188	197	211	230	174	211	259	333	390	484	584	719	872	1186	1611	2151	2948
		2nd	254	252	256	267	284	309	214	264	324	419	491	610	782	814	988	1336	1816	2445	3362
		3rd	324	315	314	322	337	367	223	283	351	457	538	671	852	920	1018	1364	1839	2490	3421
		4th	417	396	401	416	441	477	314	392	481	624	731	907	1217	1221	1325	1742	2361	3191	4395
		5th	787	713	711	726	756	821	481	596	736	962	1129	1412	1809	1784	1909	2515	3407	4479	5987
3	物的資産 z	1st	264	244	232	229	233	235	145	180	227	295	346	426	366	456	563	825	1119	1416	1824
		2nd	375	344	326	319	321	313	179	224	285	369	438	511	619	523	634	933	1255	1612	2084
		3rd	391	355	333	322	320	274	157	201	258	339	403	482	547	562	578	829	1087	1419	1880
		4th	594	486	463	454	457	454	241	306	394	508	608	680	811	710	827	1151	1530	1992	2677
		5th	1038	801	754	730	724	611	306	425	558	715	872	1077	1026	883	1107	1578	2171	2798	3226
4	教育費用 η (m)	1st	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	14	147	8	8	8	46	102	111	75
		2nd	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	37	32	84	8	8	59	111	131	86
		3rd	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	33	62	8	35	8	73	106	135	87
		4th	57	8	8	8	8	8	8	8	8	8	81	8	52	14	22	85	136	82	180
		5th	181	8	8	8	8	8	8	8	8	8	34	69	82	15	19	60	138	116	210
5	人的資本 h	1st	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	5	5	5	6	7	9	10
		2nd	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	6	6	6	6	8	10	11
		3rd	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	5	5	6	5	6	8	10	11
		4th	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7	7	7	8	10	11	12
		5th	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9	9	9	10	11	12	13
6	金融資産 b	1st	944	898	874	871	886	482	660	769	957	1081	1287	1509	1386	1614	2208	3027	3884	4928	5898
		2nd	1298	1227	1188	1177	1188	642	815	960	1197	1360	1618	1915	1821	1828	2497	3409	4383	5602	6730
		3rd	1668	1544	1466	1426	1418	756	852	1033	1302	1492	1783	2112	1999	2052	2574	3489	4460	5731	6898
		4th	2130	1937	1870	1844	1854	997	1195	1427	1784	2032	2421	2869	2799	2689	3345	4459	5722	7339	8771
		5th	4036	3506	3326	3225	3192	1692	1818	2177	2743	3146	3765	4461	4137	3907	4833	6471	8273	10299	11827
7	所得 f(h,k,T)	1st	370	393	422	456	498	419	519	598	709	805	938	1110	1692	1949	2402	2959	3803	5133	6646
		2nd	479	507	543	586	637	535	643	745	883	1005	1170	1498	1700	2189	2696	3316	4318	5829	7581
		3rd	561	589	625	670	725	605	693	812	967	1104	1288	1620	1966	2153	2727	3345	4435	5972	7797
		4th	644	756	807	870	945	792	930	1082	1285	1464	1705	2323	2478	2835	3401	4243	5581	7499	9184
		5th	988	1224	1298	1389	1499	1249	1404	1636	1950	2226	2598	3139	3549	4066	4855	6005	7515	9614	11544
8	GDP	9.44E+10	1.08E+11	1.15E+11	1.23E+11	1.34E+11	1.12E+11	1.30E+11	1.51E+11	1.80E+11	2.05E+11	2.39E+11	3.01E+11	3.53E+11	4.09E+11	4.99E+11	6.17E+11	7.96E+11	1.06E+12	1.33E+12	
9	ジニ係数	0.184	0.220	0.218	0.217	0.215	0.213	0.196	0.198	0.199	0.200	0.200	0.202	0.158	0.149	0.140	0.141	0.135	0.125	0.107	

表 パキスタン (DRR20%) 計算結果 (データ No. 10~18)

パキスタン(DRR20%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
10	災害クラス	Dcproc	0	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	0	1	1	1	2	2	0	2	
11	消費	c	1st	186	191	199	213	231	255	207	247	298	375	438	526	753	856	979	1316	1766	2387	3274
			2nd	257	263	274	290	313	343	265	317	382	481	557	714	874	1114	1379	1846	2488	3341	4397
			3rd	325	327	335	350	372	408	287	350	422	532	617	796	984	1221	1483	1973	2661	3578	4703
			4th	421	412	429	453	487	532	398	481	577	726	835	1109	1440	1507	1695	2216	3003	3947	5193
			5th	791	740	758	790	836	914	635	760	915	1156	1342	1675	2148	2195	2361	3036	4048	5300	7045
12	物的資産	z	1st	239	230	228	232	241	249	175	210	257	325	379	355	536	593	624	893	1160	1511	1957
			2nd	340	327	322	325	335	337	226	271	333	418	454	596	541	707	885	1264	1677	2267	2835
			3rd	373	354	345	344	350	318	216	262	321	405	437	579	558	702	862	1202	1597	2163	2761
			4th	551	476	471	477	491	501	322	390	480	596	615	849	970	900	1061	1437	1983	2553	3157
			5th	996	807	788	786	799	714	444	574	718	886	1026	1254	1306	1205	1431	1923	2568	3287	3889
13	教育費用	η (m)	1st	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	114	8	8	46	8	73	101	130	83
			2nd	8	8	8	8	8	8	8	8	8	36	8	210	8	8	12	81	67	138	194
			3rd	8	8	8	8	8	8	8	8	8	44	8	195	8	8	18	87	71	146	206
			4th	57	8	8	8	8	8	8	8	8	92	8	32	74	28	38	51	121	180	134
			5th	181	8	8	8	10	15	8	8	8	38	49	41	73	42	42	90	172	138	249
14	人的資本	h	1st	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	8	9	10	
			2nd	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	8	7	7	7	8	9	11	12
			3rd	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	9	10	11	13
			4th	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	7	8	8	8	9	10	12	13
			5th	8	8	8	7	7	7	7	7	7	8	8	8	9	10	10	11	12	13	15
15	金融資産	b	1st	998	972	967	979	1009	666	817	930	1123	1264	1476	1712	1910	2060	2565	3429	4362	5595	6825
			2nd	1375	1335	1322	1331	1362	893	1043	1192	1436	1616	1888	2281	2241	2700	3608	4805	6130	7766	9081
			3rd	1745	1666	1623	1610	1625	1053	1134	1317	1591	1796	2095	2553	2515	2956	3882	5148	6575	8351	9773
			4th	2244	2098	2074	2084	2125	1389	1569	1809	2174	2445	2848	3566	3592	3594	4426	5789	7399	9207	10763
			5th	4220	3780	3678	3640	3658	2359	2487	2866	3461	3906	4559	5395	5325	5193	6170	7945	10016	12422	14488
16	所得	f(h,k,T)	1st	379	407	439	479	525	478	566	646	757	858	991	1581	1782	1990	2581	3146	4168	5597	7348
			2nd	491	525	567	616	674	612	710	813	950	1078	1371	1602	2502	2920	3563	4363	5676	7134	8918
			3rd	571	608	652	704	766	693	778	896	1048	1190	1534	1800	2694	3114	3774	4659	6074	7641	9552
			4th	658	781	842	914	999	906	1038	1191	1392	1578	2170	2572	2901	3426	4162	5235	6532	8352	10511
			5th	1006	1262	1353	1459	1585	1435	1617	1856	2172	2466	2978	3644	4057	4606	5539	6863	8634	11057	13364
17	GDP		9.64E+10	1.11E+11	1.20E+11	1.29E+11	1.41E+11	1.28E+11	1.46E+11	1.68E+11	1.96E+11	2.22E+11	2.81E+11	3.48E+11	4.32E+11	4.98E+11	6.09E+11	7.53E+11	9.65E+11	1.23E+12	1.54E+12	
18	ジニ係数		0.183	0.220	0.218	0.217	0.215	0.214	0.206	0.207	0.207	0.207	0.211	0.182	0.142	0.143	0.133	0.137	0.126	0.122	0.110	

表 パキスタン (DRR50%) 計算結果 (データ No. 19~27)

パキスタン(DRR50%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
19	災害クラス	Dcproc	0	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	0	1	1	1	2	2	0	2	
20	消費	c	1st	189	201	218	239	265	296	266	310	368	451	506	744	1019	1189	1407	1833	2447	3294	4332
			2nd	262	279	301	328	361	402	354	413	487	588	735	933	1237	1409	1686	2198	2953	3867	5061
			3rd	328	345	368	396	431	478	399	485	585	726	838	1174	1556	1774	2109	2706	3538	4587	5973
			4th	427	437	471	513	564	626	546	663	800	992	1168	1465	1854	2095	2412	3081	4031	5232	6836
			5th	797	783	832	896	976	1088	941	1106	1304	1597	1868	2291	2847	3109	3517	4422	5682	7202	9169
21	物的資産	z	1st	210	214	224	238	256	273	223	259	308	376	314	503	714	800	911	1182	1533	2080	2628
			2nd	298	306	318	336	358	376	305	352	417	443	569	667	907	948	1090	1421	1931	2473	3093
			3rd	349	354	364	379	400	393	305	370	451	556	528	784	1058	1123	1312	1696	2193	2768	3579
			4th	500	463	484	511	546	578	435	531	652	794	903	1104	1246	1338	1562	2016	2605	3292	4204
			5th	941	816	837	868	911	889	723	883	1051	1248	1446	1736	1859	1883	2257	2895	3700	4597	5309
22	教育費用	η (m)	1st	8	8	8	8	8	8	8	8	8	161	8	8	27	39	50	95	65	135	190
			2nd	8	8	8	8	8	8	8	8	68	8	75	8	67	43	60	55	120	175	129
			3rd	8	8	8	8	8	38	8	8	11	170	8	11	70	29	47	91	151	115	202
			4th	57	8	8	8	8	51	8	8	16	51	50	77	46	49	60	108	175	133	236
			5th	181	13	16	20	24	18	8	17	24	46	59	86	110	49	61	111	193	281	376
23	人的資本	h	1st	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6	6	5	6	6	7	8	9	10	12
			2nd	4	4	4	4	4	3	3	3	5	5	6	6	7	7	8	9	10	12	13
			3rd	4	4	4	4	4	4	4	4	4	7	7	7	8	8	9	10	11	12	13
			4th	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	8	9	9	10	11	12	13	15
			5th	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	9	10	11	12	12	13	14	16	18
24	金融資産	b	1st	1074	1084	1116	1161	1219	1008	1101	1225	1425	1596	1787	2481	2869	3176	3857	4919	6228	7916	9487
			2nd	1482	1500	1536	1589	1659	1363	1466	1629	1879	2097	2563	3099	3472	3767	4620	5898	7482	9280	11080
			3rd	1858	1856	1877	1919	1982	1612	1658	1918	2267	2575	2947	3897	4370	4741	5773	7243	8965	11013	13061
			4th	2407	2347	2405	2487	2593	2127	2267	2622	3098	3515	4070	4839	5170	5553	6595	8248	10212	12562	14915
			5th	4490	4208	4249	4341	4490	3672	3883	4364	5052	5661	6504	7564	7889	8206	9612	11836	14382	17262	19915
25	所得	f(h,k,T)	1st	391	425	466	513	567	567	639	723	833	943	1602	1979	2266	2656	3289	4192	5522	6942	8774
			2nd	506	551	603	662	730	728	815	922	1059	1432	1683	2285	2584	3164	3923	5011	6257	8000	10160
			3rd	587	636	692	756	830	824	989	1137	1318	1515	2339	2835	3219	3890	4687	5794	7291	9312	11332
			4th	677	818	895	983	1083	1079	1321	1518	1761	2036	2517	3116	3761	4364	5282	6553	8262	10560	12857
			5th	1033	1319	1445	1598	1785	1817	2048	2326	2712	3135	3740	4512	5259	6171	7326	8905	10912	13502	16558
26	GDP		9.91E+10	1.16E+11	1.27E+11	1.40E+11	1.55E+11	1.56E+11	1.80E+11	2.06E+11	2.38E+11	2.81E+11	3.69E+11	4.57E+11	5.30E+11	6.28E+11	7.60E+11	9.45E+11	1.19E+12	1.50E+12	1.85E+12	
27	ジニ係数		0.182	0.219	0.220	0.221	0.223	0.227	0.229	0.230	0.232	0.220	0.172	0.160	0.168	0.163	0.154	0.144	0.134	0.130	0.122	

表 インドネシア (DRR0%) 計算結果 (データ No. 28~36)

インドネシア(DRR0%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
28	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1	
29	消費	c	1st	355	393	434	473	511	556	600	652	711	763	824	891	966	1042	1110	1196	1266	1348	1434
			2nd	485	508	539	569	600	640	679	729	786	838	900	967	1044	1123	1193	1276	1349	1434	1524
			3rd	603	610	629	650	674	710	745	792	848	899	961	1029	1107	1188	1255	1340	1415	1502	1596
			4th	755	738	736	745	759	787	818	861	915	964	1026	1095	1174	1257	1326	1414	1491	1583	1680
			5th	1332	1175	1106	1071	1054	1061	1076	1109	1158	1203	1265	1337	1414	1495	1568	1663	1747	1848	1955
30	物的資産	z	1st	894	982	1080	1172	1258	1364	1463	1584	1721	1836	1976	2126	2292	2460	2600	2786	2928	3098	3275
			2nd	1322	1355	1409	1467	1524	1610	1691	1800	1928	2037	2173	2323	2490	2661	2804	2982	3126	3303	3486
			3rd	1734	1698	1702	1723	1752	1817	1882	1979	2098	2201	2334	2482	2650	2823	2959	3139	3286	3467	3656
			4th	2288	2140	2061	2029	2018	2053	2096	2177	2285	2379	2508	2654	2821	2995	3134	3318	3470	3657	3853
			5th	4547	3713	3321	3089	2938	2878	2848	2881	2955	3025	3142	3283	3437	3601	3740	3931	4091	4293	4505
31	教育費用	η (m)	1st	40	41	75	85	76	85	76	55	86	77	67	44	57	88	45	110	104	98	99
			2nd	44	43	77	86	77	86	77	56	87	78	68	45	58	89	80	112	106	99	100
			3rd	51	48	80	88	79	87	78	57	88	79	69	46	59	111	82	113	107	101	102
			4th	70	80	85	91	81	89	80	59	89	80	71	48	61	112	83	114	108	102	103
			5th	377	150	116	108	93	98	87	66	94	85	76	86	95	116	88	118	113	107	109
32	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
			4th	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10
33	金融資産	b	1st	1231	1334	1445	1543	1633	1742	1841	1958	2091	2199	2326	2462	2613	2760	2878	3039	3150	3282	3418
			2nd	1639	1693	1765	1832	1897	1987	2071	2177	2303	2405	2530	2666	2818	2969	3090	3237	3351	3488	3629
			3rd	1999	2003	2037	2075	2117	2190	2260	2357	2475	2573	2696	2830	2984	3136	3248	3397	3513	3653	3798
			4th	2450	2384	2353	2352	2364	2415	2467	2552	2662	2753	2873	3006	3160	3315	3428	3581	3700	3845	3996
			5th	4077	3653	3435	3305	3221	3203	3204	3253	3339	3411	3522	3652	3787	3926	4039	4198	4323	4478	4641
34	所得	f(h,k,T)	1st	791	866	944	999	1086	1146	1243	1332	1406	1518	1619	1727	1849	1935	2079	2177	2322	2444	2571
			2nd	913	983	1058	1108	1195	1253	1351	1442	1516	1633	1738	1850	1978	2068	2220	2307	2459	2588	2723
			3rd	1008	1076	1149	1196	1283	1339	1439	1530	1605	1726	1833	1949	2081	2174	2322	2412	2570	2704	2844
			4th	1117	1185	1246	1290	1377	1430	1532	1625	1700	1824	1935	2054	2191	2287	2441	2534	2700	2840	2986
			5th	1442	1530	1593	1629	1720	1769	1878	1976	2052	2189	2310	2442	2575	2662	2835	2936	3122	3279	3443
35	GDP		2.20E+11	2.36E+11	2.50E+11	2.60E+11	2.78E+11	2.90E+11	3.11E+11	3.30E+11	3.46E+11	3.71E+11	3.94E+11	4.19E+11	4.46E+11	4.65E+11	4.97E+11	5.17E+11	5.50E+11	5.79E+11	6.09E+11	
36	ジニ係数		0.114	0.109	0.099	0.093	0.087	0.082	0.078	0.074	0.071	0.069	0.067	0.065	0.062	0.060	0.058	0.056	0.056	0.055	0.055	

表 インドネシア (DRR20%) 計算結果 (データ No. 37~45)

インドネシア(DRR20%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
37	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1	
38	消費	c	1st	368	403	442	479	515	558	601	651	708	759	819	884	957	1032	1098	1183	1251	1330	1413
			2nd	502	521	548	575	604	642	679	727	782	833	893	958	1033	1110	1179	1260	1331	1413	1500
			3rd	624	625	639	657	678	711	744	789	843	892	952	1019	1095	1173	1244	1328	1401	1487	1577
			4th	781	756	748	752	763	788	816	857	909	956	1016	1083	1160	1240	1308	1394	1470	1558	1651
			5th	1378	1203	1122	1079	1057	1059	1071	1101	1146	1190	1250	1319	1393	1471	1543	1635	1717	1814	1918
39	物的資産	z	1st	918	996	1086	1168	1247	1346	1439	1551	1680	1791	1922	2064	2222	2381	2515	2692	2827	2987	3152
			2nd	1357	1374	1415	1460	1509	1586	1660	1760	1880	1983	2111	2252	2410	2572	2710	2877	3015	3180	3352
			3rd	1780	1721	1708	1715	1734	1788	1845	1933	2043	2140	2265	2404	2563	2726	2866	3037	3180	3351	3528
			4th	2348	2168	2067	2017	1994	2018	2052	2123	2222	2311	2431	2567	2725	2890	3023	3196	3341	3516	3699
			5th	4666	3759	3326	3067	2899	2822	2783	2803	2867	2930	3037	3167	3310	3463	3596	3775	3928	4117	4315
40	教育費用	η (m)	1st	40	40	75	84	75	85	76	54	85	76	67	43	56	87	44	110	103	97	97
			2nd	44	43	77	86	77	86	77	56	86	77	68	44	57	88	79	111	105	98	99
			3rd	51	47	79	87	78	87	78	57	87	78	69	45	58	89	80	111	105	99	100
			4th	70	79	84	90	80	89	79	58	88	79	70	46	59	111	82	112	107	100	101
			5th	377	146	113	106	91	96	85	64	92	83	74	84	93	115	86	116	110	105	106
41	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
			4th	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
42	金融資産	b	1st	1207	1298	1396	1482	1563	1661	1751	1857	1979	2079	2195	2319	2459	2594	2704	2852	2955	3074	3198
			2nd	1603	1643	1702	1757	1813	1891	1966	2062	2176	2271	2384	2508	2649	2787	2900	3034	3140	3264	3393
			3rd	1953	1941	1962	1987	2020	2081	2143	2229	2337	2426	2538	2661	2802	2942	3057	3194	3303	3431	3564
			4th	2390	2307	2263	2250	2253	2292	2336	2410	2509	2593	2701	2823	2964	3106	3211	3350	3461	3593	3730
			5th	3958	3523	3292	3151	3060	3032	3025	3063	3138	3203	3302	3419	3542	3668	3773	3917	4034	4174	4322
43	所得	f(h,k,T)	1st	785	856	931	986	1067	1128	1218	1303	1379	1483	1580	1684	1801	1891	2024	2126	2258	2375	2497
			2nd	905	971	1042	1093	1173	1232	1323	1409	1486	1594	1694	1803	1926	2020	2160	2251	2390	2513	2642
			3rd	999	1063	1132	1179	1259	1316	1408	1495	1572	1683	1786	1898	2025	2122	2267	2362	2507	2635	2770
			4th	1106	1169	1227	1271	1350	1405	1498	1586	1663	1778	1884	1998	2130	2230	2371	2468	2620	2753	2894
			5th	1425	1508	1566	1602	1683	1734	1832	1924	2003	2129	2244	2370	2497	2590	2747	2853	3023	3172	3329
44	GDP		2.18E+11	2.33E+11	2.46E+11	2.56E+11	2.73E+11	2.85E+11	3.04E+11	3.22E+11	3.39E+11	3.62E+11	3.84E+11	4.08E+11	4.34E+11	4.53E+11	4.83E+11	5.04E+11	5.35E+11	5.62E+11	5.91E+11	
45	ジニ係数		0.114	0.108	0.099	0.092	0.086	0.081	0.077	0.074	0.070	0.068	0.066	0.064	0.062	0.059	0.057	0.055	0.055	0.055	0.054	

表 インドネシア (DRR50%) 計算結果 (データ No. 46~54)

インドネシア(DRR50%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
46	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1	
47	消費	c	1st	368	403	442	479	516	559	603	653	710	762	822	886	959	1033	1102	1186	1256	1334	1417
			2nd	502	521	548	575	605	643	682	729	784	836	895	961	1035	1112	1183	1263	1336	1418	1504
			3rd	624	626	640	657	679	712	747	791	845	895	955	1021	1097	1175	1248	1331	1407	1492	1581
			4th	781	756	748	752	764	789	819	859	910	960	1019	1085	1162	1242	1313	1397	1475	1563	1656
			5th	1378	1203	1123	1080	1059	1061	1074	1104	1149	1194	1253	1322	1395	1474	1548	1639	1724	1820	1923
48	物的資産	z	1st	917	996	1085	1168	1250	1348	1444	1556	1684	1798	1928	2069	2226	2385	2524	2700	2840	2998	3161
			2nd	1357	1373	1414	1460	1513	1588	1666	1765	1884	1991	2118	2257	2415	2576	2720	2885	3029	3192	3361
			3rd	1779	1720	1708	1714	1737	1791	1852	1938	2048	2149	2272	2410	2568	2730	2877	3046	3194	3363	3538
			4th	2347	2168	2067	2017	1998	2021	2059	2129	2227	2320	2438	2573	2730	2894	3034	3204	3356	3529	3709
			5th	4665	3758	3326	3067	2904	2826	2791	2811	2873	2941	3046	3175	3316	3468	3609	3786	3946	4132	4327
49	教育費用	η (m)	1st	40	40	75	84	75	85	76	54	85	77	67	43	56	87	44	110	104	97	98
			2nd	44	43	77	86	77	86	77	56	86	77	68	44	57	88	79	111	105	98	99
			3rd	51	47	79	87	78	87	78	57	87	78	69	45	58	89	80	111	106	99	100
			4th	70	79	84	90	80	89	79	58	88	79	70	46	59	111	82	112	107	101	101
			5th	377	146	113	106	91	96	85	64	92	83	74	84	93	115	86	116	111	105	106
50	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
			4th	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
51	金融資産	b	1st	1208	1298	1397	1483	1566	1664	1756	1862	1983	2086	2201	2325	2464	2599	2713	2859	2966	3084	3206
			2nd	1604	1644	1703	1758	1816	1895	1972	2067	2181	2278	2391	2514	2654	2792	2909	3042	3152	3274	3401
			3rd	1953	1942	1962	1988	2024	2085	2149	2235	2342	2434	2545	2667	2807	2947	3066	3203	3315	3442	3573
			4th	2391	2308	2264	2251	2257	2296	2343	2417	2515	2602	2709	2829	2970	3111	3221	3359	3474	3604	3740
			5th	3959	3524	3294	3153	3065	3036	3033	3071	3144	3214	3311	3427	3549	3674	3785	3927	4049	4188	4334
52	所得	f(h,k,T)	1st	785	856	932	992	1069	1135	1220	1305	1388	1486	1582	1686	1803	1903	2027	2140	2263	2378	2500
			2nd	905	971	1043	1099	1174	1239	1325	1411	1495	1597	1697	1804	1927	2032	2162	2265	2395	2517	2645
			3rd	999	1063	1132	1186	1260	1324	1410	1497	1582	1686	1789	1900	2027	2135	2270	2377	2512	2639	2773
			4th	1106	1170	1228	1278	1351	1413	1500	1587	1674	1781	1886	2001	2132	2244	2374	2485	2625	2757	2897
			5th	1426	1508	1567	1612	1685	1744	1835	1926	2016	2133	2247	2372	2500	2606	2751	2872	3029	3177	3334
53	GDP		2.18E+11	2.33E+11	2.47E+11	2.58E+11	2.73E+11	2.86E+11	3.05E+11	3.23E+11	3.41E+11	3.63E+11	3.84E+11	4.08E+11	4.34E+11	4.56E+11	4.84E+11	5.07E+11	5.36E+11	5.63E+11	5.91E+11	
54	ジニ係数		0.114	0.108	0.099	0.092	0.086	0.081	0.077	0.074	0.070	0.068	0.066	0.064	0.062	0.059	0.057	0.056	0.055	0.055	0.054	

表 ホンジュラス (DRR0%) 計算結果 (データ No. 55~63)

ホンジュラス(DRR0%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期			
55	災害クラス	Dcproc	1	0	4	3	0	3	3	2	2	4	2	2	4	2	4	2	3	0	4			
56	消費	c	1st	129	114	191	302	218	283	404	462	506	626	802	473	636	859	529	790	528	782	891		
			2nd	268	189	280	409	277	346	482	542	588	721	919	540	725	977	601	897	599	887	1011		
			3rd	436	268	367	507	329	399	546	607	652	796	1010	592	793	1068	657	980	654	969	1104		
			4th	707	383	485	637	394	465	625	686	730	886	1120	654	874	1176	722	1076	718	1064	1211		
			5th	2084	867	963	1150	649	723	934	995	1036	1237	1544	892	1183	1581	965	1433	952	1405	1594		
57	物的資産	z	1st	71	91	184	211	177	288	392	457	579	751	650	478	700	653	508	548	475	696	944		
			2nd	190	179	301	308	237	364	480	546	680	873	749	549	801	745	579	624	541	792	1073		
			3rd	362	284	424	403	291	431	553	619	762	970	828	604	879	817	634	683	592	866	1173		
			4th	677	451	604	533	363	515	645	709	861	1087	922	670	972	901	699	752	652	952	1289		
			5th	2609	1235	1377	1067	647	848	1005	1062	1252	1547	1292	926	1331	1224	943	1009	870	1267	1707		
58	教育費用	η (m)	1st	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	
			2nd	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	
			3rd	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
			4th	53	51	51	52	51	51	51	51	51	51	52	53	51	51	52	51	52	51	51	51	52
			5th	220	53	54	54	51	51	52	52	52	52	53	54	51	52	53	51	52	51	52	51	52
59	人的資本	h	1st	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	8	
			2nd	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	8	8	
			3rd	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8	8	
			4th	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8		
			5th	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9		
60	金融資産	b	1st	208	356	581	453	557	813	976	1095	1342	1615	1038	1214	1582	1068	1299	964	1262	1582	2030		
			2nd	422	584	842	607	705	990	1161	1281	1554	1857	1187	1384	1800	1213	1474	1094	1432	1795	2302		
			3rd	672	819	1090	747	832	1138	1312	1432	1722	2047	1304	1517	1969	1325	1611	1195	1564	1959	2512		
			4th	1060	1155	1426	930	993	1322	1498	1614	1925	2275	1444	1674	2169	1458	1770	1312	1717	2150	2755		
			5th	2872	2524	2753	1642	1618	2036	2221	2326	2717	3163	1984	2278	2930	1956	2364	1744	2274	2836	3622		
61	所得	f(h,k,T)	1st	377	508	651	591	688	845	941	1026	1167	1311	1096	1255	1453	1238	1438	1273	1522	1721	1991		
			2nd	540	667	811	712	811	979	1080	1171	1327	1486	1241	1420	1643	1399	1626	1439	1721	1946	2251		
			3rd	684	803	944	813	910	1087	1191	1285	1451	1622	1354	1548	1790	1524	1771	1567	1875	2119	2451		
			4th	863	972	1108	936	1030	1216	1323	1421	1600	1784	1487	1699	1963	1670	1941	1716	2053	2319	2683		
			5th	1435	1590	1726	1406	1500	1726	1845	1954	2178	2409	1996	2270	2608	2210	2560	2256	2692	3031	3496		
62	GDP		4.26E+09	4.95E+09	5.72E+09	4.87E+09	5.39E+09	6.39E+09	6.96E+09	7.48E+09	8.43E+09	9.40E+09	7.83E+09	8.94E+09	1.03E+10	8.78E+09	1.02E+10	9.01E+09	1.08E+10	1.22E+10	1.41E+10			
63	ジニ係数		0.250	0.217	0.187	0.166	0.149	0.137	0.129	0.123	0.119	0.116	0.114	0.113	0.111	0.110	0.110	0.109	0.108	0.108	0.107			

表 ホンジュラス (DRR20%) 計算結果 (データ No. 64~72)

ホンジュラス(DRR20%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
64	災害クラス	Dcproc	1	0	4	3	0	3	3	2	2	4	2	2	4	2	4	2	3	0	4	
65	消費	c	1st	127	131	209	316	262	328	446	507	556	671	832	576	731	936	663	909	679	924	1028
			2nd	264	219	310	432	336	406	536	599	649	777	957	660	835	1067	755	1034	773	1051	1169
			3rd	429	313	409	540	402	472	612	675	724	861	1057	726	917	1170	827	1133	847	1151	1280
			4th	696	451	547	685	488	555	707	768	816	964	1178	806	1016	1293	913	1250	933	1268	1410
			5th	2050	1048	1115	1269	828	887	1084	1140	1183	1373	1654	1118	1397	1766	1239	1687	1254	1698	1879
66	物的資産	z	1st	77	111	209	250	236	355	464	536	660	827	758	630	849	814	698	738	679	903	1146
			2nd	207	221	347	370	321	455	573	646	781	967	879	726	974	931	797	842	774	1030	1306
			3rd	394	353	493	488	399	543	667	738	880	1080	975	802	1073	1024	875	924	849	1129	1431
			4th	735	566	711	653	504	657	786	852	1003	1219	1093	894	1192	1135	968	1021	938	1247	1578
			5th	2825	1588	1670	1344	928	1116	1260	1310	1492	1772	1561	1259	1659	1565	1325	1389	1270	1680	2117
67	教育費用	η (m)	1st	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	52	51	51	52	51	51	51	51	51
			2nd	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	52	52	51	51	52	51	52	51	52
			3rd	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	52	52	51	52	52	51	52	51	52
			4th	53	51	51	52	51	51	52	52	52	52	52	53	51	52	53	51	52	51	52
			5th	220	56	56	56	52	52	53	53	53	54	55	52	53	54	52	53	52	53	52
68	人的資本	h	1st	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	8	8
			2nd	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8
			3rd	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
			4th	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8
			5th	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9
69	金融資産	b	1st	241	405	632	558	682	935	1101	1228	1466	1725	1268	1461	1801	1362	1605	1295	1601	1898	2312
			2nd	491	671	925	755	871	1149	1320	1446	1706	1991	1456	1671	2055	1552	1827	1473	1821	2159	2629
			3rd	782	948	1208	936	1037	1330	1501	1625	1900	2205	1605	1838	2256	1701	2001	1613	1994	2363	2876
			4th	1233	1346	1595	1176	1251	1560	1728	1845	2138	2465	1786	2038	2496	1879	2208	1779	2198	2603	3167
			5th	3348	3006	3153	2125	2093	2465	2624	2719	3079	3491	2498	2820	3423	2560	2990	2397	2949	3478	4216
70	所得	f(h,k,T)	1st	404	537	674	649	751	896	992	1079	1214	1350	1203	1360	1540	1386	1579	1458	1692	1872	2116
			2nd	579	707	844	786	888	1043	1144	1236	1384	1535	1366	1543	1745	1571	1790	1652	1918	2122	2400
			3rd	734	854	986	900	1001	1163	1265	1361	1519	1682	1494	1688	1907	1716	1955	1805	2096	2318	2622
			4th	926	1037	1163	1041	1140	1308	1413	1513	1682	1858	1648	1860	2099	1887	2151	1984	2304	2547	2880
			5th	1541	1711	1835	1589	1689	1890	2004	2115	2327	2548	2246	2520	2829	2532	2875	2642	3059	3371	3802
71	GDP		4.57E+09	5.29E+09	6.00E+09	5.42E+09	5.97E+09	6.88E+09	7.44E+09	7.97E+09	8.87E+09	9.79E+09	8.68E+09	9.79E+09	1.10E+10	9.92E+09	1.13E+10	1.04E+10	1.21E+10	1.33E+10	1.51E+10	
72	ジニ係数		0.251	0.221	0.192	0.172	0.156	0.143	0.135	0.129	0.124	0.121	0.119	0.118	0.116	0.115	0.114	0.113	0.113	0.112	0.111	

表 ホンジュラス (DRR50%) 計算結果 (データ No. 73~81)

ホンジュラス(DRR50%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期		
73	災害クラス	Dcproc	1	0	4	3	0	3	3	2	2	4	2	2	4	2	4	2	3	0	4		
74	消費	c	1st	129	160	242	344	338	411	522	592	653	761	898	756	896	1067	903	1113	966	1184	1287	
			2nd	268	272	364	475	440	514	635	706	767	887	1039	871	1029	1222	1033	1272	1104	1353	1470	
			3rd	437	392	485	600	532	604	732	801	862	989	1154	963	1135	1347	1137	1400	1214	1487	1616	
			4th	708	570	655	769	653	719	854	921	981	1117	1296	1077	1266	1498	1263	1553	1346	1648	1790	
			5th	2091	1357	1372	1463	1144	1188	1351	1409	1462	1633	1865	1530	1781	2091	1750	2140	1844	2249	2433	
75	物的資産	z	1st	85	137	237	301	327	446	558	641	759	907	897	847	1035	1037	985	1037	1019	1221	1430	
			2nd	227	275	399	451	450	580	697	779	906	1068	1046	980	1193	1192	1130	1188	1166	1397	1636	
			3rd	431	443	573	601	566	701	820	898	1030	1202	1168	1089	1322	1317	1246	1309	1284	1538	1800	
			4th	804	716	836	813	724	861	978	1049	1185	1368	1320	1224	1479	1469	1388	1455	1426	1707	1997	
			5th	3084	2055	2013	1719	1378	1513	1621	1664	1817	2046	1936	1766	2108	2073	1941	2022	1970	2346	2730	
76	教育費用	η (m)	1st	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	52	51	52	52	51	52	51	52	52	
			2nd	51	51	51	51	51	51	51	51	51	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	53
			3rd	51	51	51	51	51	51	52	52	52	52	53	52	52	53	52	53	52	53	52	53
			4th	53	52	52	52	51	52	52	52	52	53	54	52	53	54	52	53	52	53	52	53
			5th	220	64	61	59	53	53	54	54	54	55	57	53	55	56	53	55	53	55	53	55
77	人的資本	h	1st	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	
			2nd	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	
			3rd	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	
			4th	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	
			5th	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10	
78	金融資産	b	1st	294	477	704	726	879	1120	1294	1437	1656	1888	1638	1832	2118	1853	2083	1882	2163	2420	2763	
			2nd	599	798	1042	993	1136	1391	1566	1706	1941	2193	1892	2106	2428	2120	2380	2149	2471	2764	3155	
			3rd	956	1135	1372	1242	1365	1626	1797	1931	2177	2443	2098	2328	2678	2335	2619	2363	2716	3038	3468	
			4th	1510	1625	1830	1575	1665	1928	2089	2214	2471	2753	2352	2600	2983	2596	2908	2622	3011	3366	3841	
			5th	4124	3707	3710	2923	2870	3144	3270	3359	3658	4002	3371	3682	4184	3614	4021	3605	4120	4586	5212	
79	所得	f(h,k,T)	1st	443	575	706	733	837	967	1065	1158	1281	1407	1358	1503	1657	1602	1774	1735	1937	2097	2305	
			2nd	636	761	887	892	996	1133	1235	1332	1468	1607	1548	1712	1886	1823	2019	1975	2206	2389	2627	
			3rd	807	921	1041	1026	1128	1269	1373	1475	1619	1769	1702	1880	2070	2000	2215	2167	2421	2621	2883	
			4th	1018	1122	1234	1193	1293	1439	1545	1650	1805	1967	1889	2084	2293	2214	2451	2397	2677	2898	3187	
			5th	1699	1868	1979	1856	1958	2127	2243	2362	2554	2758	2630	2883	3153	3030	3342	3254	3622	3908	4286	
80	GDP		5.02E+09	5.73E+09	6.38E+09	6.22E+09	6.78E+09	7.57E+09	8.14E+09	8.71E+09	9.53E+09	1.04E+10	9.96E+09	1.10E+10	1.21E+10	1.16E+10	1.29E+10	1.26E+10	1.40E+10	1.52E+10	1.67E+10		
81	ジニ係数		0.252	0.225	0.198	0.179	0.163	0.151	0.143	0.137	0.132	0.129	0.126	0.125	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.119	0.118		

表 インドネシア（物的被害変更）(DRR0%) 計算結果（データ No. 82~90）

インドネシア(物的被害変更)(DRR0%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期		
82	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1		
83	消費	c	1st	355	393	434	475	508	556	595	647	710	755	818	885	961	1042	1099	1193	1251	1335	1423	
			2nd	485	508	539	571	596	640	673	723	785	829	892	961	1038	1123	1182	1272	1332	1420	1512	
			3rd	603	610	629	653	670	709	738	786	846	889	952	1022	1101	1187	1243	1336	1397	1488	1583	
			4th	755	738	736	748	754	787	810	854	913	954	1017	1087	1167	1256	1313	1409	1473	1567	1666	
			5th	1332	1175	1106	1075	1047	1060	1065	1100	1155	1190	1254	1327	1405	1494	1552	1656	1725	1829	1938	
84	物的資産	z	1st	894	983	1081	1158	1250	1341	1447	1570	1689	1814	1957	2110	2279	2420	2571	2729	2886	3064	3247	
			2nd	1323	1355	1410	1450	1514	1582	1672	1784	1892	2011	2152	2305	2475	2616	2772	2920	3081	3265	3456	
			3rd	1734	1698	1703	1703	1740	1786	1860	1961	2058	2172	2311	2463	2634	2775	2925	3073	3237	3427	3623	
			4th	2287	2140	2062	2005	2003	2017	2071	2156	2241	2347	2482	2632	2803	2944	3098	3249	3418	3615	3818	
			5th	4544	3713	3321	3053	2916	2826	2812	2852	2897	2983	3108	3255	3413	3538	3694	3847	4028	4241	4463	
85	教育費用	η (m)	1st	40	41	75	85	76	85	76	55	86	77	67	43	57	88	45	110	104	98	98	
			2nd	44	43	77	86	77	86	77	56	87	78	68	45	58	89	80	111	105	105	99	100
			3rd	51	48	80	88	78	87	78	57	88	79	69	46	59	111	81	112	106	100	100	101
			4th	70	80	85	91	81	89	80	59	89	80	71	47	61	112	83	114	108	102	102	103
			5th	377	150	116	108	93	97	86	65	93	84	75	85	94	116	87	118	112	107	107	108
86	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9
			4th	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	10	10	10
87	金融資産	b	1st	1231	1334	1444	1542	1624	1734	1825	1944	2079	2177	2308	2446	2599	2747	2852	3016	3114	3252	3392	
			2nd	1638	1692	1764	1831	1887	1978	2052	2162	2289	2382	2510	2648	2803	2955	3062	3213	3313	3455	3601	
			3rd	1998	2002	2036	2074	2105	2179	2239	2339	2460	2547	2674	2811	2967	3121	3217	3370	3472	3618	3769	
			4th	2450	2383	2353	2352	2351	2403	2444	2533	2645	2725	2849	2985	3142	3298	3395	3553	3657	3808	3964	
			5th	4079	3654	3435	3305	3203	3188	3173	3227	3317	3375	3491	3625	3764	3905	3999	4163	4271	4434	4603	
88	所得	f(h,k,T)	1st	791	865	944	999	1084	1144	1239	1328	1402	1512	1614	1722	1844	1931	2071	2170	2310	2434	2562	
			2nd	913	983	1057	1107	1192	1250	1347	1437	1512	1626	1732	1845	1973	2064	2211	2299	2447	2577	2713	
			3rd	1008	1076	1149	1195	1280	1336	1434	1526	1601	1718	1827	1943	2076	2169	2312	2403	2557	2692	2834	
			4th	1117	1185	1246	1289	1374	1428	1527	1620	1695	1816	1928	2048	2185	2281	2431	2525	2686	2827	2975	
			5th	1443	1530	1593	1629	1716	1765	1871	1969	2046	2179	2301	2433	2567	2655	2822	2924	3104	3263	3428	
89	GDP		2.20E+11	2.36E+11	2.50E+11	2.60E+11	2.78E+11	2.89E+11	3.10E+11	3.29E+11	3.45E+11	3.70E+11	3.93E+11	4.17E+11	4.45E+11	4.64E+11	4.95E+11	5.15E+11	5.48E+11	5.76E+11	6.06E+11		
90	ジニ係数		0.114	0.109	0.099	0.093	0.087	0.082	0.078	0.074	0.071	0.069	0.067	0.065	0.062	0.060	0.058	0.056	0.056	0.055	0.055		

表 インドネシア（物的被害変更）(DRR20%) 計算結果（データ No. 91~99）

インドネシア(物的被害変更)(DRR20%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
91	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1	
92	消費	c	1st	368	403	442	480	512	558	596	647	707	753	813	879	953	1031	1089	1179	1238	1319	1404
			2nd	501	521	548	577	600	641	674	722	781	825	886	953	1028	1109	1169	1256	1317	1401	1490
			3rd	623	625	639	659	675	710	738	784	841	884	945	1012	1089	1172	1234	1323	1386	1474	1566
			4th	781	756	747	754	759	787	809	851	906	947	1008	1076	1154	1239	1297	1389	1454	1544	1640
			5th	1377	1203	1122	1083	1051	1058	1061	1093	1143	1179	1240	1310	1385	1469	1529	1628	1698	1798	1904
93	物的資産	z	1st	919	997	1087	1158	1241	1328	1426	1541	1656	1773	1908	2052	2212	2350	2493	2649	2795	2961	3131
			2nd	1359	1375	1416	1447	1502	1564	1645	1748	1852	1963	2095	2238	2399	2538	2686	2830	2980	3152	3329
			3rd	1782	1722	1709	1699	1725	1763	1828	1919	2013	2118	2247	2389	2551	2690	2840	2987	3143	3320	3504
			4th	2349	2170	2069	1999	1983	1990	2033	2108	2188	2286	2411	2551	2712	2851	2995	3142	3301	3484	3673
			5th	4667	3761	3328	3040	2882	2782	2755	2781	2822	2898	3011	3145	3292	3415	3561	3711	3880	4078	4283
94	教育費用	η (m)	1st	40	40	75	84	75	85	76	54	85	76	67	43	56	87	44	110	103	97	97
			2nd	44	43	77	86	77	86	77	55	86	77	68	44	57	88	79	110	104	98	99
			3rd	51	47	79	87	78	87	78	56	87	78	68	45	58	89	80	111	105	99	100
			4th	70	79	84	90	80	88	79	58	88	79	70	46	59	111	81	112	106	100	101
			5th	377	146	113	106	91	96	85	63	92	83	73	83	93	114	85	116	110	104	106
95	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
			4th	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	9
96	金融資産	b	1st	1206	1296	1394	1480	1555	1653	1737	1845	1968	2060	2179	2305	2445	2582	2682	2832	2925	3048	3175
			2nd	1602	1641	1700	1754	1803	1882	1950	2048	2163	2250	2366	2492	2634	2774	2876	3013	3108	3236	3368
			3rd	1951	1940	1959	1985	2009	2071	2125	2213	2323	2404	2518	2643	2786	2927	3031	3171	3269	3401	3538
			4th	2388	2305	2260	2247	2240	2281	2317	2393	2494	2569	2680	2804	2947	3090	3183	3326	3425	3561	3702
			5th	3957	3521	3290	3148	3043	3017	2999	3041	3118	3172	3275	3396	3521	3648	3739	3888	3990	4137	4289
97	所得	f(h,k,T)	1st	784	856	931	986	1065	1126	1214	1300	1376	1478	1575	1679	1797	1887	2017	2119	2248	2366	2489
			2nd	904	971	1042	1092	1170	1229	1319	1405	1482	1588	1689	1797	1921	2015	2152	2243	2379	2503	2633
			3rd	999	1063	1131	1178	1256	1313	1403	1491	1568	1677	1780	1892	2020	2117	2259	2354	2496	2625	2760
			4th	1106	1169	1227	1270	1347	1402	1493	1581	1659	1771	1877	1992	2124	2224	2362	2460	2608	2742	2883
			5th	1425	1508	1565	1602	1680	1730	1826	1918	1998	2120	2236	2362	2490	2583	2736	2843	3008	3159	3317
98	GDP		2.18E+11	2.33E+11	2.46E+11	2.56E+11	2.72E+11	2.84E+11	3.03E+11	3.22E+11	3.38E+11	3.61E+11	3.83E+11	4.06E+11	4.33E+11	4.52E+11	4.82E+11	5.02E+11	5.32E+11	5.60E+11	5.88E+11	
99	ジニ係数		0.114	0.108	0.099	0.092	0.086	0.081	0.077	0.073	0.070	0.068	0.066	0.064	0.061	0.059	0.057	0.055	0.055	0.054	0.054	

表 インドネシア（物的被害変更）（DRR50%）計算結果（データ No. 100~108）

インドネシア(物的被害変更)(DRR50%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
100	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1	
101	消費	c	1st	368	403	442	479	514	559	599	649	708	757	817	882	955	1032	1095	1182	1247	1326	1409
			2nd	501	521	547	576	602	642	678	725	782	830	890	956	1031	1110	1175	1259	1326	1409	1496
			3rd	623	625	639	658	677	711	742	787	843	889	949	1016	1092	1173	1240	1327	1396	1482	1573
			4th	780	756	747	753	761	788	813	854	908	953	1013	1080	1157	1240	1304	1393	1464	1553	1647
			5th	1377	1202	1122	1081	1054	1059	1067	1098	1145	1186	1245	1315	1389	1470	1538	1633	1710	1808	1912
102	物的資産	z	1st	919	998	1087	1163	1247	1338	1437	1550	1670	1788	1920	2062	2221	2366	2511	2673	2820	2982	3148
			2nd	1360	1375	1416	1453	1509	1576	1658	1758	1867	1979	2109	2250	2409	2556	2705	2856	3008	3175	3347
			3rd	1783	1723	1710	1706	1733	1776	1842	1930	2029	2136	2262	2402	2561	2708	2861	3015	3172	3344	3523
			4th	2351	2171	2070	2007	1993	2005	2048	2120	2207	2305	2427	2564	2723	2870	3017	3172	3332	3509	3693
			5th	4671	3763	3330	3052	2895	2803	2775	2798	2845	2922	3031	3162	3306	3439	3588	3746	3916	4108	4308
103	教育費用	η (m)	1st	40	40	75	84	75	85	76	54	85	76	67	43	56	87	44	110	103	97	97
			2nd	44	43	77	86	77	86	77	55	86	77	68	44	57	88	79	111	105	98	99
			3rd	51	47	79	87	78	87	78	57	87	78	69	45	58	89	80	111	105	99	100
			4th	70	79	84	90	80	88	79	58	88	79	70	46	59	111	81	112	107	100	101
			5th	377	146	113	106	91	96	85	63	92	83	74	84	93	114	85	116	110	104	106
104	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9
			4th	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9	10
105	金融資産	b	1st	1206	1296	1394	1480	1559	1656	1745	1851	1973	2071	2187	2311	2451	2586	2693	2841	2941	3062	3185
			2nd	1601	1641	1699	1754	1807	1886	1959	2055	2169	2261	2376	2500	2640	2778	2888	3023	3125	3250	3379
			3rd	1950	1938	1958	1984	2014	2075	2135	2221	2329	2416	2528	2651	2792	2932	3044	3182	3287	3416	3550
			4th	2387	2304	2259	2246	2245	2285	2327	2402	2501	2582	2691	2812	2954	3096	3197	3337	3445	3577	3715
			5th	3953	3518	3287	3146	3049	3022	3011	3051	3126	3188	3288	3406	3529	3655	3756	3901	4013	4155	4304
106	所得	f(h,k,T)	1st	784	856	931	991	1066	1133	1217	1302	1385	1482	1578	1681	1799	1899	2020	2134	2254	2370	2493
			2nd	904	971	1042	1098	1172	1237	1322	1407	1492	1592	1692	1800	1923	2028	2156	2259	2386	2509	2638
			3rd	998	1062	1131	1185	1258	1321	1406	1493	1578	1681	1784	1895	2022	2130	2263	2370	2503	2630	2765
			4th	1105	1169	1227	1277	1349	1411	1496	1583	1670	1775	1880	1995	2127	2239	2366	2477	2615	2748	2888
			5th	1425	1507	1565	1610	1682	1741	1830	1921	2011	2125	2240	2366	2493	2600	2741	2863	3017	3166	3323
107	GDP		2.18E+11	2.33E+11	2.46E+11	2.57E+11	2.73E+11	2.86E+11	3.04E+11	3.22E+11	3.40E+11	3.62E+11	3.83E+11	4.07E+11	4.33E+11	4.55E+11	4.83E+11	5.06E+11	5.34E+11	5.61E+11	5.89E+11	
108	ジニ係数		0.114	0.108	0.099	0.092	0.086	0.081	0.077	0.073	0.070	0.068	0.066	0.064	0.061	0.059	0.057	0.055	0.055	0.055	0.054	

表 インドネシア（被害率ホンジュラス版）(DRR0%) 計算結果（データ No. 109~117）

インドネシア(被害率ホンジュラス版)(DRR0%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
109	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1	
110	消費	c	1st	356	391	445	465	274	339	232	282	431	294	359	478	608	825	489	741	497	598	785
			2nd	486	505	551	557	318	385	258	310	468	317	386	512	650	880	521	788	528	636	834
			3rd	604	606	643	634	355	422	279	332	499	336	408	539	683	923	547	825	548	660	866
			4th	757	732	751	724	396	463	302	356	531	356	430	568	717	968	573	863	573	691	906
			5th	1334	1163	1124	1032	540	609	385	445	651	432	516	675	846	1137	665	990	657	791	1036
111	物的資産	z	1st	876	953	933	678	448	410	327	496	514	411	619	904	1218	1070	843	865	678	1002	1423
			2nd	1303	1317	1218	846	538	477	372	553	565	449	670	973	1306	1144	901	922	723	1068	1515
			3rd	1714	1654	1472	992	616	533	409	599	607	479	711	1029	1376	1203	947	967	749	1109	1575
			4th	2269	2088	1784	1166	705	596	449	649	651	510	754	1087	1449	1264	994	1013	786	1163	1649
			5th	4548	3635	2876	1768	1014	818	594	832	814	629	917	1308	1726	1495	1162	1168	906	1339	1895
112	教育費用	η (m)	1st	40	40	75	84	74	83	74	52	83	74	64	39	53	84	39	84	99	92	92
			2nd	44	43	77	85	74	83	74	52	83	74	64	40	53	85	39	84	99	92	92
			3rd	51	47	79	86	74	83	74	52	84	74	64	40	53	85	39	106	99	92	92
			4th	70	79	84	87	74	84	74	52	84	74	64	40	53	85	39	106	99	92	93
			5th	377	145	112	96	75	84	74	53	84	74	64	40	54	108	74	107	99	92	93
113	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
			3rd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
			4th	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9
114	金融資産	b	1st	1230	1325	1281	760	804	556	668	924	667	802	1099	1427	1752	1128	1406	1001	1192	1604	2023
			2nd	1632	1675	1560	898	927	627	741	1012	724	866	1181	1528	1871	1202	1496	1064	1267	1705	2148
			3rd	1986	1977	1796	1014	1029	685	801	1083	769	917	1246	1608	1964	1260	1568	1113	1314	1770	2231
			4th	2427	2347	2069	1145	1142	749	864	1159	817	970	1314	1691	2061	1320	1642	1164	1375	1852	2333
			5th	4001	3570	3000	1595	1536	974	1097	1439	998	1172	1571	2005	2426	1546	1905	1334	1576	2119	2664
115	所得	f(h,k,T)	1st	789	862	894	740	812	712	820	979	868	997	1183	1368	1549	1307	1532	1345	1534	1793	2032
			2nd	910	977	1000	819	891	774	885	1052	928	1064	1259	1455	1645	1387	1625	1425	1625	1900	2152
			3rd	1004	1069	1085	883	954	823	937	1109	976	1118	1320	1523	1720	1449	1697	1488	1686	1971	2234
			4th	1111	1175	1176	951	1021	876	992	1169	1026	1173	1383	1593	1798	1514	1773	1553	1760	2057	2331
			5th	1429	1514	1499	1196	1267	1071	1199	1399	1216	1383	1622	1860	2089	1753	2038	1767	2002	2337	2645
116	GDP		2.19E+11	2.34E+11	2.36E+11	1.92E+11	2.07E+11	1.78E+11	2.02E+11	2.39E+11	2.10E+11	2.40E+11	2.83E+11	3.26E+11	3.68E+11	3.10E+11	3.62E+11	3.17E+11	3.60E+11	4.20E+11	4.76E+11	
117	ジニ係数		0.113	0.107	0.098	0.091	0.084	0.077	0.072	0.067	0.063	0.061	0.059	0.058	0.056	0.055	0.054	0.051	0.050	0.050	0.049	

表 インドネシア（被害率ホンジュラス版）（DRR20%）計算結果（データ No. 118~126）

インドネシア(被害率ホンジュラス版)(DRR20%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期		
118	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1		
119	消費	c	1st	368	401	450	471	322	382	291	340	478	365	427	541	665	856	588	820	614	709	884	
			2nd	503	518	557	563	375	434	324	374	521	395	460	581	711	914	627	872	648	748	934	
			3rd	625	622	650	642	418	477	352	402	556	419	487	612	747	959	658	913	679	783	977	
			4th	783	752	760	733	468	524	381	431	592	444	514	645	786	1007	690	956	711	820	1022	
			5th	1382	1194	1138	1046	639	691	489	540	729	540	618	769	929	1177	798	1093	812	935	1163	
120	物的資産	z	1st	904	973	967	763	575	538	464	636	662	574	784	1062	1358	1249	1079	1106	939	1260	1660	
			2nd	1341	1343	1260	952	691	627	528	711	729	627	850	1145	1457	1337	1154	1180	992	1332	1755	
			3rd	1762	1684	1522	1116	791	702	582	772	784	669	903	1212	1537	1407	1212	1237	1041	1397	1839	
			4th	2329	2125	1842	1311	905	785	640	838	842	714	959	1281	1620	1479	1273	1298	1091	1464	1927	
			5th	4653	3688	2964	1986	1304	1081	850	1079	1058	884	1170	1545	1933	1742	1483	1491	1253	1677	2202	
121	教育費用	η (m)	1st	40	40	75	84	74	83	74	52	83	74	64	40	53	84	40	84	99	92	92	
			2nd	44	43	77	85	74	84	74	52	84	74	64	40	53	85	40	106	99	92	93	
			3rd	51	47	79	86	74	84	74	52	84	74	64	40	54	85	40	107	99	92	93	
			4th	70	78	83	88	75	84	74	53	84	74	64	40	54	85	40	107	99	92	93	
			5th	377	143	110	97	76	85	74	53	84	74	64	41	85	109	75	107	99	92	94	
122	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9
			4th	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
123	金融資産	b	1st	1207	1290	1269	869	918	703	813	1044	831	965	1231	1518	1801	1318	1580	1239	1422	1781	2137	
			2nd	1599	1630	1544	1027	1058	794	904	1146	904	1043	1324	1627	1924	1404	1682	1317	1500	1880	2257	
			3rd	1945	1923	1777	1159	1174	868	977	1228	962	1105	1398	1713	2021	1473	1763	1379	1570	1967	2361	
			4th	2376	2281	2046	1308	1304	949	1057	1315	1023	1171	1475	1803	2122	1545	1847	1443	1643	2058	2468	
			5th	3911	3466	2964	1821	1754	1238	1344	1638	1252	1417	1767	2142	2503	1800	2134	1647	1874	2342	2804	
124	所得	f(h,k,T)	1st	783	853	892	786	858	788	889	1029	955	1076	1239	1404	1569	1403	1608	1478	1651	1874	2083	
			2nd	903	967	997	870	940	857	960	1106	1022	1149	1320	1494	1666	1489	1706	1566	1740	1975	2196	
			3rd	996	1058	1082	938	1007	912	1017	1167	1076	1207	1385	1565	1743	1557	1782	1636	1817	2062	2292	
			4th	1102	1163	1173	1009	1077	970	1077	1231	1132	1267	1451	1638	1823	1627	1862	1708	1897	2153	2392	
			5th	1417	1496	1493	1269	1337	1187	1303	1474	1344	1496	1703	1913	2120	1874	2130	1935	2148	2434	2701	
125	GDP		2.17E+11	2.31E+11	2.36E+11	2.04E+11	2.18E+11	1.97E+11	2.19E+11	2.51E+11	2.31E+11	2.59E+11	2.97E+11	3.35E+11	3.73E+11	3.32E+11	3.80E+11	3.48E+11	3.87E+11	4.39E+11	4.87E+11		
126	ジニ係数		0.113	0.107	0.098	0.091	0.084	0.077	0.072	0.068	0.064	0.062	0.060	0.058	0.057	0.054	0.053	0.051	0.050	0.049	0.049		

表 インドネシア（被害率ホンジュラス版）（DRR50%）計算結果（データ No. 127~135）

インドネシア(被害率ホンジュラス版)(DRR50%)			1期	2期	3期	4期	5期	6期	7期	8期	9期	10期	11期	12期	13期	14期	15期	16期	17期	18期	19期	
127	災害クラス	Dcproc	2	3	4	3	4	3	1	4	3	2	0	1	4	0	4	3	2	2	1	
128	消費	c	1st	372	408	456	484	404	459	404	453	572	505	566	671	783	940	782	976	844	930	1085
			2nd	508	528	565	580	472	523	454	501	627	549	612	722	840	1006	835	1041	899	991	1155
			3rd	632	634	659	662	528	577	494	540	671	585	650	763	886	1059	878	1092	943	1039	1210
			4th	792	766	770	756	592	637	538	583	718	623	689	807	933	1113	922	1137	982	1081	1259
			5th	1398	1218	1155	1082	814	847	697	738	893	764	835	969	1112	1311	1075	1320	1137	1248	1450
129	物的資産	z	1st	873	949	982	883	782	770	732	896	942	899	1098	1348	1608	1578	1510	1562	1453	1743	2089
			2nd	1296	1310	1281	1103	944	902	838	1008	1045	987	1197	1460	1733	1694	1618	1670	1553	1860	2228
			3rd	1703	1644	1547	1295	1082	1013	926	1099	1128	1059	1276	1550	1832	1787	1704	1755	1631	1953	2338
			4th	2251	2074	1874	1522	1241	1138	1024	1199	1218	1135	1360	1644	1937	1884	1794	1831	1701	2035	2434
			5th	4497	3603	3017	2311	1796	1578	1373	1561	1547	1417	1673	1999	2330	2238	2108	2140	1981	2362	2817
130	教育費用	η (m)	1st	40	40	75	84	74	84	74	53	84	74	64	40	54	85	40	107	100	93	94
			2nd	44	43	77	85	75	84	74	53	84	75	65	41	54	86	41	107	100	93	94
			3rd	51	47	79	86	75	84	75	53	84	75	65	41	55	86	41	108	100	93	94
			4th	70	79	84	89	76	85	75	53	85	75	65	41	55	87	76	108	100	93	95
			5th	377	146	112	101	79	87	76	54	86	75	66	43	87	110	77	109	101	94	96
131	人的資本	h	1st	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9
			2nd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	9
			3rd	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9
			4th	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	9
			5th	5	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9
132	金融資産	b	1st	1243	1337	1366	1133	1197	1054	1168	1375	1241	1378	1615	1868	2120	1822	2068	1839	2007	2311	2613
			2nd	1652	1694	1666	1342	1385	1195	1304	1516	1355	1495	1743	2008	2271	1948	2207	1960	2138	2461	2780
			3rd	2014	2002	1920	1517	1540	1310	1415	1631	1448	1590	1846	2120	2392	2047	2318	2055	2241	2578	2911
			4th	2466	2379	2215	1715	1714	1438	1535	1754	1546	1690	1955	2238	2518	2151	2433	2140	2332	2682	3027
			5th	4089	3634	3222	2398	2318	1888	1969	2203	1909	2062	2359	2677	2989	2525	2830	2479	2694	3091	3481
133	所得	f(h,k,T)	1st	793	866	921	884	956	937	1031	1151	1136	1248	1387	1531	1681	1621	1799	1758	1905	2088	2267
			2nd	915	982	1031	979	1050	1021	1116	1240	1219	1335	1480	1632	1789	1724	1912	1867	2023	2216	2406
			3rd	1011	1075	1119	1056	1126	1088	1185	1311	1285	1405	1555	1712	1875	1805	2001	1953	2115	2317	2514
			4th	1119	1183	1213	1137	1206	1159	1257	1386	1355	1478	1633	1796	1965	1890	2094	2028	2196	2406	2611
			5th	1443	1526	1548	1433	1500	1424	1528	1669	1617	1754	1927	2109	2297	2189	2408	2326	2516	2751	2981
134	GDP		2.21E+11	2.35E+11	2.44E+11	2.29E+11	2.44E+11	2.35E+11	2.56E+11	2.82E+11	2.76E+11	3.02E+11	3.34E+11	3.67E+11	4.01E+11	3.86E+11	4.27E+11	4.15E+11	4.49E+11	4.92E+11	5.34E+11	
135	ジニ係数		0.114	0.108	0.099	0.092	0.085	0.079	0.074	0.070	0.066	0.064	0.062	0.060	0.059	0.056	0.055	0.052	0.052	0.051	0.051	

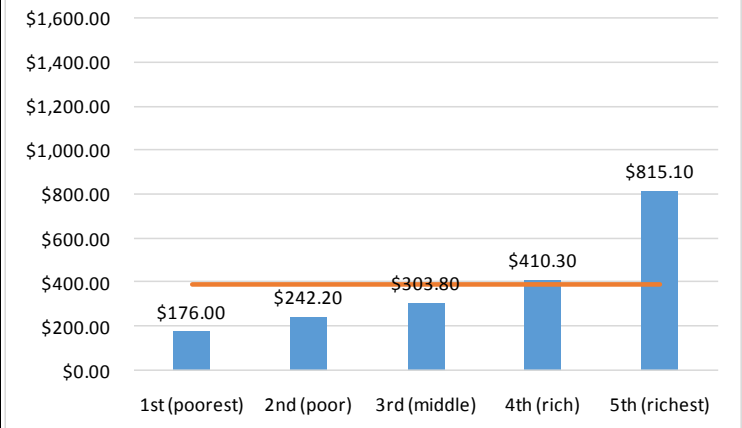
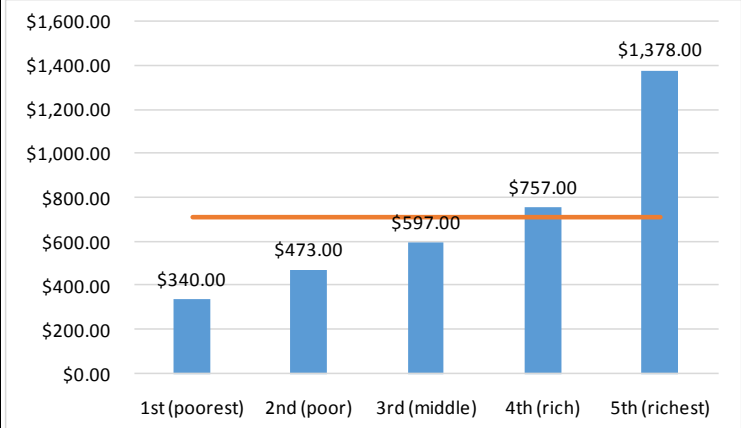
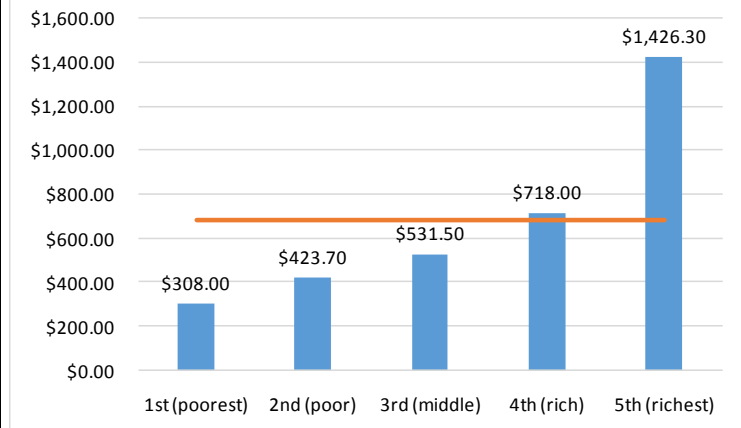
◇データセット関連

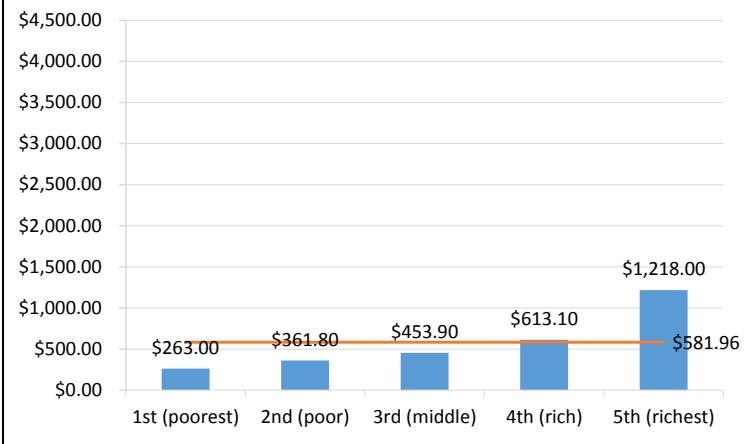
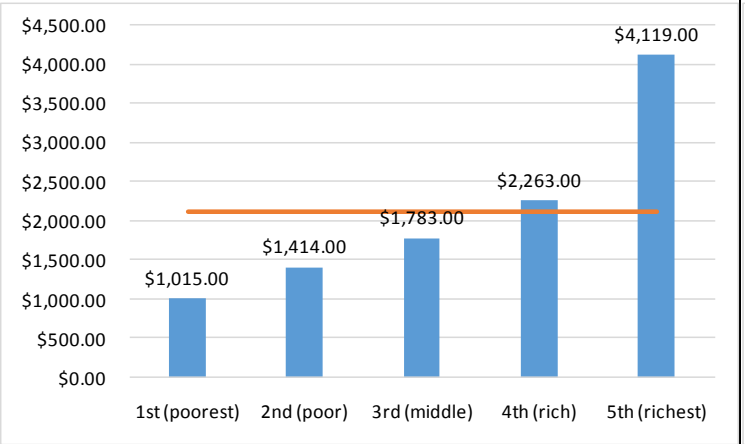
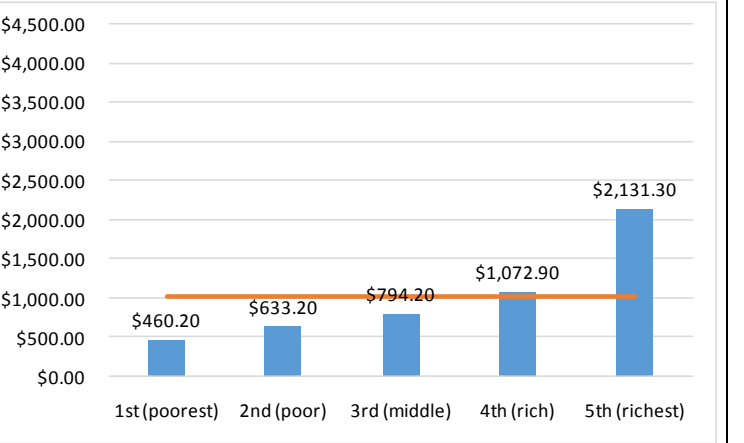
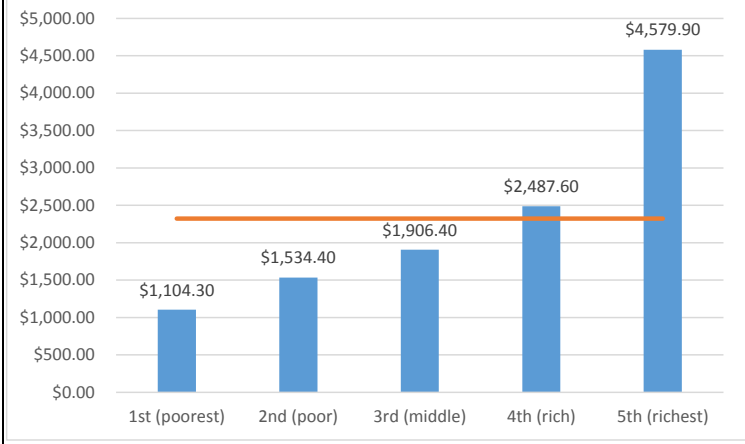
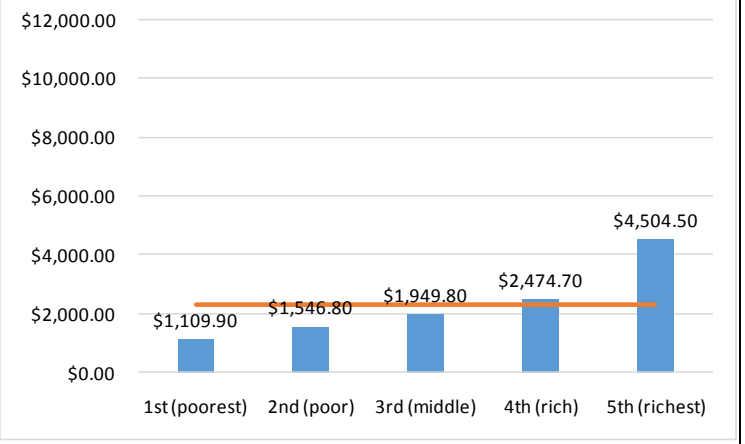
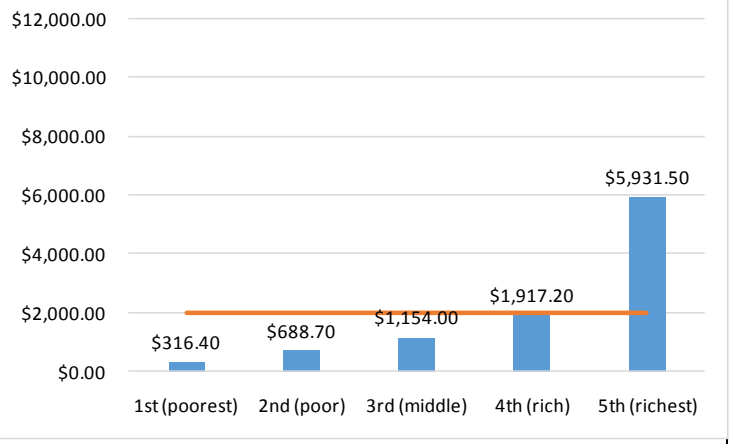
表 3ヶ国のデータ設定条件の比較

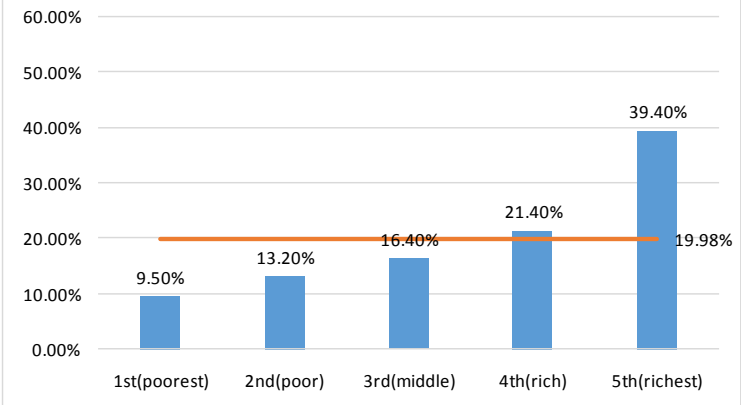
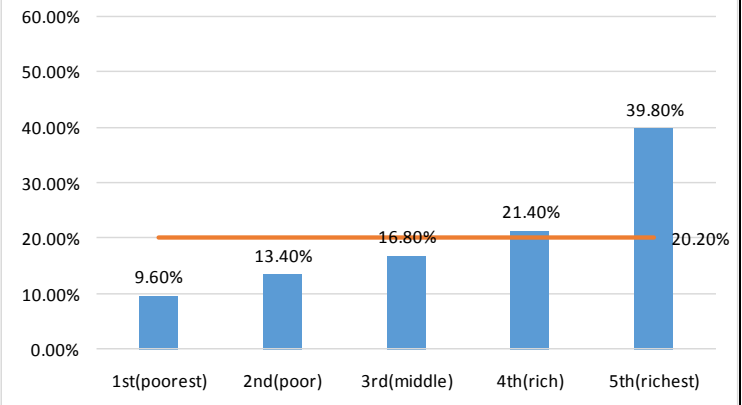
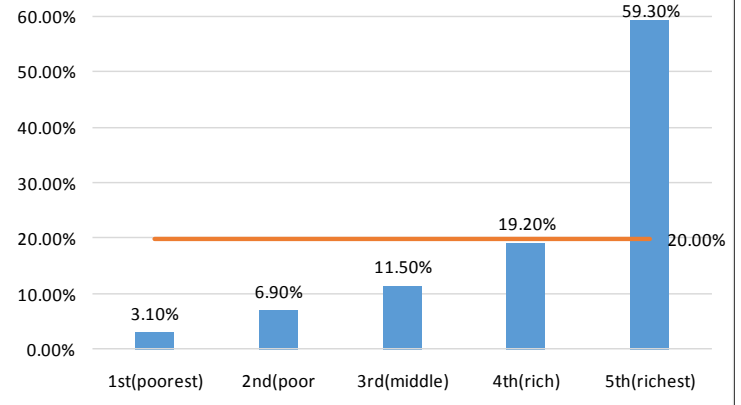
大項目	小項目	表記	パキスタン	インドネシア	ホンジュラス	備考
価値関数	価値関数パラメータ	v	Without DRRでキャリブレーションしたパラメータを用いて、With 及び Without DRRの価値関数を設定	Without DRRでキャリブレーションしたパラメータを用いて、With 及び Without DRRの価値関数を設定	Without DRRでキャリブレーションしたパラメータを用いて、With 及び Without DRRの価値関数を設定	With DRRのパラメータをWithout DRRと同じにした理由は、防災投資効果を国民が把握できないがため、防災投資の有無に関わらずリスク認知に変化が生じないという前提に立つため。(ホンジュラス、インドネシアもこの方法に変更。パキスタンは変更なし。)
社会経済データ	人口	n	統計データより設定	統計データより設定	統計データより設定	各国特有の値を設定
	社会的割引率	ρ	参考資料より設定	参考資料より設定	パキスタンと同様のデータを使用	パキスタンとホンジュラスは同じ値を使用
	物的資産減耗率	δz	参考資料より設定	パキスタンと同様のデータを使用		インドネシアとホンジュラスは、パキスタンの値を使用
	生産資本減耗率	δk	仮定値を使用			3ヶ国で同じ値を使用
	外生的成長係数	B0	キャリブレーションにより設定	キャリブレーションにより設定	キャリブレーションにより設定	実GDP値に一致するようキャリブレーション
	外生的成長率	gb	キャリブレーションにより設定	仮定値を使用	仮定値を使用	インドネシアとホンジュラスは仮定値を使用
	生産関数のシェアパラメータ	α	参考資料より設定	統計データより設定	パキスタンと同様のデータを使用	パキスタンとホンジュラスは同じ値を使用
家計データ	消費財	c	統計データより設定	統計データより設定	統計データより設定 ※一部、パキスタンと同様のデータを使用	インドネシアは、階層別の消費割合設定をパキスタンのデータを使用
	物的資産	z	統計データより設定	統計データより設定	統計データより設定	各国特有の値を設定
	金融資産	b	統計データより設定	統計データより設定	統計データより設定	各国特有の値を設定
	土地保有面積	T	金融資産の階層別シェアを基に設定	金融資産の階層別シェアを基に設定	金融資産の階層別シェアを基に設定	各国特有の値を設定
	相対的危険回避度	θ	既存研究を参考に仮定値を使用			各国共通の値を設定
	生存必要消費額	cber	既存研究を参考に仮定値を使用			各国共通の値を設定
	人的資本減耗率	δh	キャリブレーションにより設定	キャリブレーションにより設定	キャリブレーションにより設定	各国特有の値を設定
	人的資本費用関数パラメータ	η	キャリブレーションにより設定	キャリブレーションにより設定	キャリブレーションにより設定	一部、設定方法に仮定
災害被害率	人的被害率	ω	東大小池研シミュレーションにより推計	統計データより設定	統計データより設定	パキスタンは洪水のみの設定 インドネシアとホンジュラスは複合災害で設定
	物的被害率	φ	東大小池研シミュレーションにより推計	(1)金融被害率と同様と仮定 (2)ホンジュラスと同様のデータを使用 (3)統計データより設定	金融被害率と同様と仮定	インドネシアは3パターンを設定 ※具体的な設定値は、ファイナルレポート巻末のデータセットを参照のこと
	金融被害率	ψ	東大小池研シミュレーションにより推計	統計データより設定	統計データより設定	パキスタンは洪水のみの設定 インドネシアとホンジュラスは複合災害で設定
	土地被害率	τ	東大小池研シミュレーションにより推計	統計データより設定	統計データより設定	パキスタンは洪水のみの設定 インドネシアとホンジュラスは複合災害で設定

※統計データより設定: 統計データを使って各国の変数を設定していることを示す。
 ※参考資料より設定: 参考資料に記載されている各国のデータを設定していることを示す。
 ※内生変数は、本表から除外している。
 ★緑塗潰部: 仮定値を入力、赤塗潰部: 他国のデータを仮に入力、黄塗潰部: 設定するデータの検討中、青塗潰部: 各国特有の値、を示す。

表 3 各国のデータセットの比較

変数		パキスタン	インドネシアにおける設定値	ホンジュラスにおける設定値
■社会経済データ				
基準年		2004 年	2000 年	1994 年
GDP		\$10,170,400,000	\$22,691,800,000	\$6,376,074,804
n _j	人口	■総人口 155,151,394 人	■総人口 208,938,698 人	■総人口 5,457,189 人
		■階層別人口 各階層 : 31,030,279 人	■階層別人口 各階層 : 41,787,740 人	■階層別人口 各階層 : 1,091,438 人
ρ	社会的割引率	0.12		
δ _z	物的資産減耗率	0.2		
δ _k	生産資本減耗率	0.02		
r _j	利率	内生的に定まる。		
B	外生的成長係数	63.0198	118.7447	76.3504
gb	外生的成長率	0.095	0.025	0.025
α _i	生産関数のシェアパラメータ	α ₁ = 0.50 α ₂ = 0.42 α ₃ = 0.08	α ₁ = 0.50 α ₂ = 0.42 α ₃ = 0.08	α ₁ = 0.50 α ₂ = 0.42 α ₃ = 0.08
■家計のデータ				
c _j	消費財 (非耐久)	1 st (poorest) : \$176.0 2 nd (poor) : \$242.2 3 rd (middle) : \$303.8 4 th (rich) : \$410.3 5 th (richest) : \$815.1	1 st (poorest) : \$340 2 nd (poor) : \$473 3 rd (middle) : \$597 4 th (rich) : \$757 5 th (richest) : \$1,378	1 st (poorest) : \$308.0 2 nd (poor) : \$423.7 3 rd (middle) : \$531.5 4 th (rich) : \$718.0 5 th (richest) : \$1426.3
				

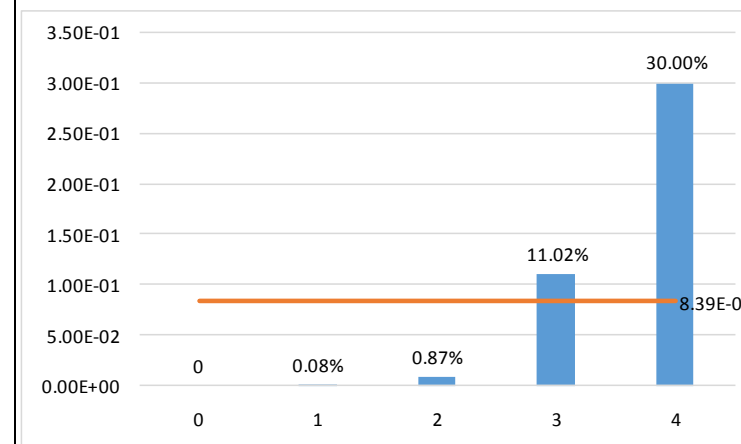
z _j	物的資産 (家屋・家財)	1 st (poorest) : \$263.0 2 nd (poor) : \$361.8 3 rd (middle) : \$453.9 4 th (rich) : \$613.1 5 th (richest) : \$1,218.0	1 st (poorest) : \$1,015 2 nd (poor) : \$1,414 3 rd (middle) : \$1,783 4 th (rich) : \$2,263 5 th (richest) : \$4,119	1 st (poorest) : \$460.2 2 nd (poor) : \$633.2 3 rd (middle) : \$794.2 4 th (rich) : \$1072.9 5 th (richest) : \$2131.3
				
θ	相対的危険回避度	2		
c̄	生存必要消費額	0 と仮定		
b _j	金融資産	1 st (poorest) : \$1104.3 2 nd (poor) : \$1534.4 3 rd (middle) : \$1906.4 4 th (rich) : \$2487.6 5 th (richest) : \$4579.9	1 st (poorest) : \$1,109.9 2 nd (poor) : \$1,546.8 3 rd (middle) : \$1,949.8 4 th (rich) : \$2,474.7 5 th (richest) : \$4,504.5	1 st (poorest) : \$316.4 2 nd (poor) : \$688.7 3 rd (middle) : \$1154.0 4 th (rich) : \$1917.2 5 th (richest) : \$5931.5
				

\bar{T}_j	土地面積の合計	1st(poorest) : 9.5% 2nd(poor) : 13.2% 3rd(middle) : 16.4% 4th(rich) : 21.4% 5th(richest) : 39.4%	1st(poorest) : 9.6% 2nd(poor) : 13.4% 3rd(middle) : 16.8% 4th(rich) : 21.4% 5th(richest) : 39.8%	1st(poorest) : 3.1% 2nd(poor) : 6.9% 3rd(middle) : 11.5% 4th(rich) : 19.2% 5th(richest) : 59.3%
				
ξ_j	物的資産形成	z _j が決まると内生的に定まる。		
h_j	人的資本	1 st (poorest) : 3.215742years 2 nd (poor) : 3.921636years 3 rd (middle) : 4.23536724years 4 th (rich) : 4.392233years 5 th (richest) : 5.568724years	1 st (poorest) : 4.6years 2 nd (poor) : 4.6years 3 rd (middle) : 4.6years 4 th (rich) : 4.6years 5 th (richest) : 4.6years	1 st (poorest) : 4.723976years 2 nd (poor) : 4.723976years 3 rd (middle) : 4.723976years 4 th (rich) : 4.723976years 5 th (richest) : 4.723976years
m_j^l	時間単位の人的投資	内生的に定まる。		
δ_h	人的資本の減耗率	0.07	0.1	0.075
w_j	賃金率(1 人的資本当たり)	内生的に定まる。		
η_i	人的資本費用関数のパラメータ $\eta(m_j) > 0, -\eta'(m_j) \leq 0$	η_0 : 8.4307852 η_1 : 41.1454326 2.4990125 2.6990125 η_2^l : 2.8990125 3.0990125 3.0990125	η_0 : 247.44259 η_1 : -1114.43923 1290.71 1390.71 η_2^l : 1490.71 1590.71 1690.71	η_0 : 65.1224 η_1 : -111.6585 219.5485 219.5485 η_2^l : 219.5485 219.5485 219.5485
γ_i	消費のシェアパラメータ	内生的に定まる。		



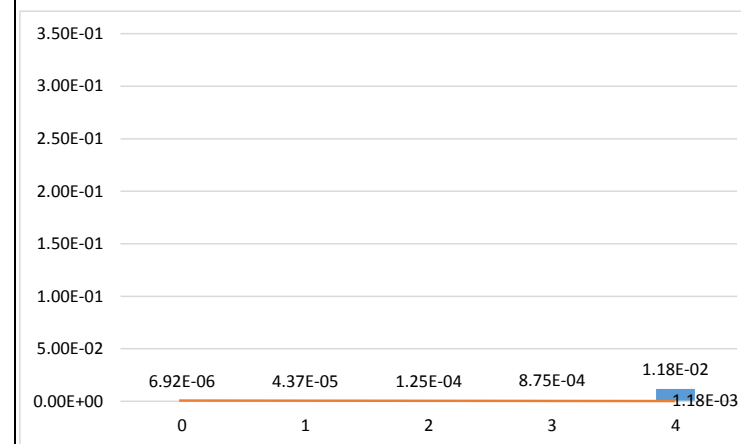
(2) ホンジュラスの物的被害率と同値と仮定した場合の被害率
0.00%~30.0%

Rank	0	1	2	3	4
φ_j^l	0.00%	0.08%	0.87%	11.02%	30.00%

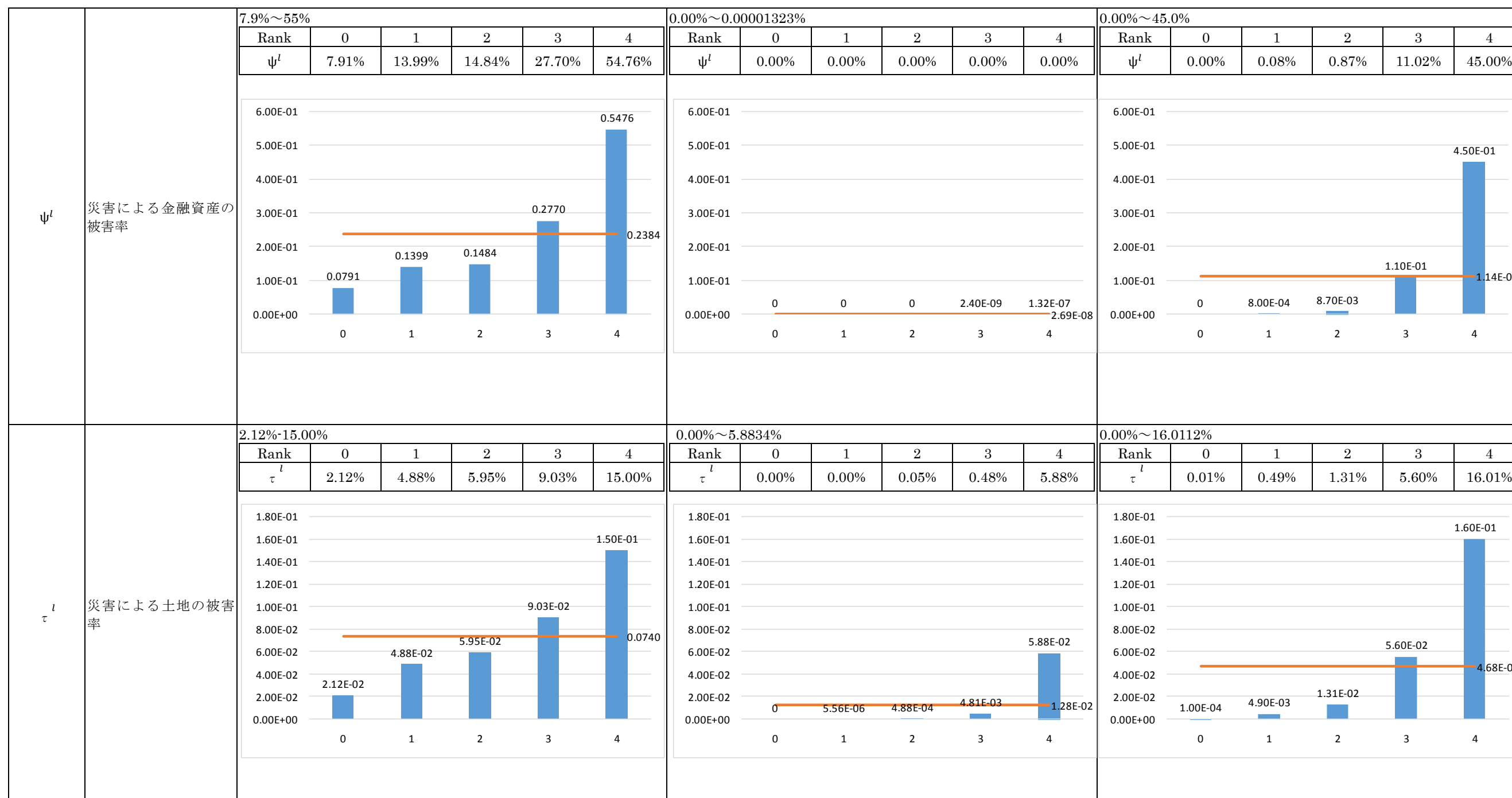


(3) 実データ（家屋被害データ）により設定した被害率
0.00069164%-1.181710627%

Rank	0	1	2	3	4
φ_j^l	0.00%	0.00%	0.01%	0.09%	1.18%



※インドネシアの物的資産が想定されるよりも小さく出ているため、複数の被害率を設定して、最も適合すると考えられる値を選択することとした。



※なお、ホンジュラスにおける災害規模4の物的資産被害率および金融資産被害率については、本来のランク別計算だと100%を超える被害設定となり、計算が不可能になるため、上記のとおり暫定的に値に制限をかけることで計算を行っている。