

1. 気候変動適応策検討のための 地域社会将来シナリオの CC-QOL 評価

高野 剛志¹・戸川 卓哉²・森田 紘圭³

¹正会員 大日本コンサルタント（株）インフラ技術研究所（〒451-0045 愛知県名古屋市中区名駅 2-27-8）
E-mail: takano_tsuyoshi@ne-con.co.jp

²正会員 国立環境研究所 福島地域協働研究拠点（〒963-7700 福島県田村郡三春町深作 10-2）
E-mail: togawa.takuya@nies.go.jp

³正会員 大日本コンサルタント（株）インフラ技術研究所（〒451-0045 愛知県名古屋市中区名駅 2-27-8）
E-mail: morita_hiroyoshi@ne-con.co.jp

本研究では、気候変動要因及び社会経済要因を考慮した地域社会将来シナリオを、CC-QOL（Climate Change related Quality of Life）指標を用いて定量評価することを目的とする。まず、アンケート調査から市民の CC-QOL 要素指標への価値観をコンジョイント分析により分析した。その結果、ライフステージの変化や加齢に伴う適応能力の変化のほか、職業や気候変動への理解によって気候変動リスクに対する価値観が変化することが明らかとなった。さらに、愛知県を対象とした複数の地域社会将来シナリオを作成し、500m メッシュ単位で CC-QOL 値を評価したところ、将来は地域間・属性間の格差がますます大きくなることが明らかとなった。そのため、地域によって異なる気候変動影響と市民の価値観の双方をモニタリングし、地域に応じた気候変動リスクへの理解促進と適応策を推進する必要性が示された。

Key Words: climate change, quality of life, indicator, inclusiveness and diversity, scenario analysis

1. はじめに

気候変動による地域社会への影響は今後深刻化し、今世紀末に産業革命以降の気温上昇を 1.5℃ 付近に抑えられたとしても、気候変動に関連する被害をすべて無くすることはできない¹⁾。これらに対処するためには、既に現れている影響や中長期的に避けられない影響に対する適応策の着実な推進が不可欠である。しかしながら、IPCC 第 6 次報告書²⁾では、これまで講じられてきた気候変動への適応策を振り返り、複数の効果が出ていることを明らかにした一方、即時的かつ短期的な気候リスクの低減を優先させた地域では、変革的な適応の機会を減らしている可能性や、既存の不平等を増幅させた可能性を指摘している。これらの失敗を避け、より横断的かつ包括的な適応策の計画、実施を進めるためには、長期的な将来の不確実性を前提とした複数の将来シナリオを共有するとともに、地域間及び地域内で異なる脆弱性、曝露を評価しながら、柔軟に対応していく必要がある。

日本においては、2018 年 12 月に気候変動適応法（平成 30 年法律第 50 号）が施行されて以降、地域レベルで

の適応策の検討が進められ、2022 年 4 月現在 121 の自治体が地域気候変動適応計画を策定している。同時に、それらを支援するための研究も多数進められてきた。特に、7 つの分野ごとに想定される影響評価をまとめた気候変動影響評価報告書（2020）の引用文献数は前回評価時（2015 年）の約 2.5 倍³⁾となるなど、各分野における気候変動の影響・被害、及び適応のための対策に関する科学的知見は増加している。また、気候変動適応情報プラットフォーム（A-PLAT）⁴⁾等を通じて、GIS ベースで地理的にも異なる影響評価データ提供が進められるなど、地域ごとの影響把握が容易になり、地域気候変動適応計画にも反映されてきた。

一方、気候変動の程度やその影響の大きさと社会経済状況は相互に依存する関係にある⁵⁾。加えて、気候変動影響に対する感受性や適応能力は、地域や個人のライフスタイル、価値観によって大きく変化する可能性がある⁶⁾。そのため、これらの違いを同時に検討することが望ましいが、総合的に地域のリスクを評価した研究は多くない。例えば、大場ら⁷⁾は地域における気候変動に対する脆弱性と、将来の社会変化とを考慮した気候リスクを

可視化するシステムを開発しているが、個人ごとの感受性の違いは考慮されていない。また、戸川ら⁷⁾は市民の生活の質の観点から気候変動影響を統合的に評価するための枠組みを提案しているが、市区町村単位の現状評価に留まっている。今後、包摂的な対策検討を進めるためには、より詳細な空間解像度で、不確実な気候及び社会経済状況変化による脆弱性やその格差の分布を把握する必要がある。

そこで、本研究では気候と社会経済状況が異なる地域社会将来シナリオを、市民の価値観を考慮した CC-QOL (Climate Change related Quality of Life) 指標⁷⁾を用いて、小地域単位で定量評価を行うことを目的とする。以降、第2章では、気候変動が市民の生活の質に与える影響評価手法を構築する。第3章においては、愛知県を対象とした複数の地域社会将来シナリオを作成し、構築した影響評価手法を用いて、500m メッシュ単位の評価を行う。最後に第4章では本研究のまとめと今後の課題を整理する。

2. 気候変動が生活に与える影響評価手法

(1) CC-QOL 評価モデルの定式化

本研究では、戸川ら⁷⁾が提案したフレームワークに基づき、気候変動に関連する CC-QOL 指標を用いて、気候変動が生活に与える影響を評価する。ここでは、CC-QOL は各要素指標の重み付き和として以下の通り定式化した。

$$CC_QOL_i^p = \sum_k w_k^p \cdot (x_k^i - \bar{x}_k) \quad (1)$$

ここで、 $CC_QOL_i^p$ は地域*i*における個人(グループ)*p*の CC-QOL 値を示す。また、 w_k^p は個人*p*における CC-QOL を構成する個々の指標*k*に対する価値観を示す。そして x_k^i は地域*i*における指標*k*の値、 \bar{x}_k は指標*k*のハザード(外力)が最も小さい状態を示す。 x は指標*k*ごとに固有の単位であり、 w_k^p はそれらを貨幣換算値へと変換するパラメータである。

w_k^p は後に示すアンケート調査から、 x_k^i の現状値、将来値は統計データや気候予測実験結果、社会経済指標など既往研究成果をもとにしたシナリオから設定する。

(2) CC-QOL 構成要素指標の設定

CC-QOL 構成要素指標は、気候変動の影響連鎖に基づいて設定する。本研究では、国民生活・都市生活への影響と関連のある指標を抽出するために、まず気候変動影響評価統合レポート 2018⁸⁾及び気候変動影響評価報告書⁹⁾から気候変動影響項目を整理した(表-1)。そのうえ

表-1 気候変動影響項目

気候変動影響		認知性	可用性	指標 No.		
農業	水稲	収量の減少	✓	✓	1,2	
	野菜	露地野菜の生産性低下	✓	✓	1,2	
		施設野菜の生産性低下	✓	✓	1,2	
		果樹	果樹の生産性低下	✓	✓	1,2
	果樹	りんごの食味変化	✓			
		うんしゅうみかん・ぶどうの栽培適地の変化		✓	1,2	
		麦, 大豆, 飼料作物等	麦類の生産性低下	✓	✓	1,2
			豆類の生産性の低下	✓	✓	1,2
	飼料作物の生産性低下		✓	✓	1,2	
	畜産	肉用牛・豚・鶏の生産性低下	✓	✓	1,2	
		乳用牛の生産性低下	✓	✓	1,2	
		採卵鶏の生産性低下	✓	✓	1,2	
		病害虫・雑草	病害虫増加による生産性の低下	✓	✓	1,2
	病害・雑草増加による生産性の低下		✓	✓	1,2	
	農業生産基盤		水リスクによる生産性の低下	✓	✓	1,2
森林・林業	山地災害	山地災害の増加	✓	✓	1,2	
	林業	木材の生産性低下	✓	✓	1,2	
		特用林産物(きのこ類等)の生産性低下	✓	✓	1,2	
水産業	回遊性魚介類	スルメイカの生育域変化	✓	✓	1,2	
		サンマの生産量低下	✓	✓	1,2	
		ヒラメ・マダイの生産量増加	✓	✓	1,2	
	増養殖等	養殖業の生産性低下	✓	✓	1,2	
水環境	湖沼や河川の水環境悪化	✓				
水資源	渇水の増加	✓	✓	7		
	ダム湖等の水質悪化	✓				
陸域生態系	高山環境の消失	✓	✓	4,6		
	ハイマツ・シラビソ・ブナの生育域減少	✓	✓	4,6		
	竹林の増加		✓			
	渡り鳥の減少					
淡水・沿岸・海洋生態系	栄養塩供給の増加					
	サンゴの分布域消滅		✓			
	藻場の分布減少		✓			
河川	洪水	洪水リスクの増加	✓	✓	5	
王砂災害	斜面崩壊・土石流	斜面崩壊・土石流増加	✓	✓	6	
沿岸	高潮災害	高潮災害の増加	✓	✓	5	
	波浪災害	波浪災害の増加	✓	✓	5	
	砂浜消失	砂浜の消失	✓	✓	1,3	
暑熱	熱中症搬送者数の増加	✓	✓	8		
	熱ストレス超過死亡者数の増加	✓	✓	8		
感染症	感染症媒体の生息域拡大	✓	✓	9		
産業・経済活動	製造業・商業	生産設備への被害、季節性商品への影響	✓			
	保険業	保険損害の増加				
	観光業	スキー場営業への影響	✓	✓	1,3	
国民生活 都市生活	海洋部レジャーへの影響	✓	✓	1,3		
	生活の快適さ・季節感への影響	✓				
	気温上昇による不快感増加	✓	✓			
	サクラの開花しない地域の発生	✓	✓	3		
	インフラ損傷・ライフラインの途絶	✓	✓	7		

※指標 No.は CC-QOL 指標(表-2)と対応

表-2 設定した CC-QOL 構成要素指標

No	分野	指標	指標の説明
1	雇用変動	失業率	自身または家族が仕事を続けられなくなる確率(リタイアを除く)
2	物価変動	消費者物価指数	地域の物価水準が上昇する程度
3	観光アクセス	観光アクセス可否	日帰り圏にあるスキー場、海水浴場の充足度
4	自然環境	自然的土地利用の多様性	地域周辺における生き物が住める自然的土地利用の多様性
5	水災害	洪水被害確率	水害(洪水、内水氾濫等)により、床上浸水以上の被害を受ける確率
6	土砂災害	土砂災害被害確率	土砂崩れや斜面崩壊等により被害を受ける確率
7	渇水リスク	渇水発生率	水不足により水道の減断水などの制限がかかる確率
8	熱中症リスク	熱中症搬送者数	人口 10 万人あたりの熱中症搬送者数
9	感染症リスク	感染症感染者数	人口 10 万人あたりの死亡に至る可能性のある感染症感染者数(季節性インフルエンザを除く)

で、「認知性」，「可用性」の2つの視点から生活への影響評価に資する指標を選定した。ここで、「認知性」とは、1)市民が生活の中で影響を想像できるかどうか、2)影響の正と負が明快かどうかである。また、「可用性」とは、1)影響を地域ごとに観測できる指標設定が可能かどうか、2)上記に関する計測データが入手可能かどうか、である。選定した指標を表-2に示す。

なお、将来の指標値 x_k^i は気候変動要因だけでなく、社会経済要因によっても変化するものである。一方、市民にとっては、その要因まで区別してイメージすることは困難と想定される。そのため、本研究で扱う指標値は気候変動要因と社会経済要因が組み合わさった結果を示すものとし、各指標に対する市民の価値観を推定するためのアンケート調査においても気候変動に限定せず、将来シナリオとして提示する。

(3) 重みパラメータの推定方法

CC-QOL構成要素指標に関する個人属性に応じた重みを推定するため、アンケート調査を実施する。重みの推定には、CVMやコンジョイント分析、AHPなど複数の方法が想定されるが、1)貨幣換算値など単位を有する重みの算出、2)トレードオフや制約条件の設定（過大評価の抑制）などの条件から、本研究では一対比較型のコンジョイント分析を採用する。

一対比較型のコンジョイント分析とは、複数の指標に対して異なる水準を設定した2つの組み合わせから望ましいものを選択する設問を回答者に繰り返し問うものである。重みパラメータは、得られた選択結果を用いて、式(2)、(3)に示す二項ロジットモデルを構築したうえで、最尤推定法により推定する。

$$P^p(i) = \exp(\beta_k^p \cdot x_{k,i}) / \sum_j \exp(\beta_k^p \cdot x_{k,j}) \quad (2)$$

$$\beta_k^p = \beta_k^0 + \sum_n \beta_k^n \quad (3)$$

ここで、 $P^p(i)$ は属性 p が選択肢 i を選択する確率、 β_k^p は評価指標 k の重みパラメータ、 $x_{k,i}$ は選択肢 i の評価指標 k の値、 n はそれぞれの個人を形成する属性（性、年代、所得など）である。また、 β_k^0 は基準属性の重みパラメータである。 β_k^n は基準属性の重みパラメータと異なる個人を形成する属性の重みパラメータとの差を表し、重みパラメータ β_k^p は様々な個人属性の組合せとして求めることとしている。

なお、各指標の重みパラメータと、単位換算したい指標を合わせてパラメータ推定することで、その比から換算値を得ることができる。本研究では、CC-QOLの貨幣換算値を得るため、設定した9の指標に家賃を加えたア

表-3 アンケート調査の概要

項目	概要
調査名	気候変動による市民の生活の質への影響に対する意向調査
調査方法	WEB モニター形式
調査時期	2020年1月30日(木)～2月1日(土)
調査都市	全国(47都道府県)
サンプル数	5,000サンプル
対象者・割り付け	54カテゴリ(均等割、各カテゴリ約97サンプル) 一性別2属性(男性、女性) 一年代3属性(39歳以下、40歳～59歳、60歳以上) 一地域9属性(北海道・東北/関東/甲信越/北陸/東海/近畿/中国/四国/九州・沖縄)
調査項目	仮想条件下における一対比較型の将来シナリオ選好 個人属性(性別、年齢、所得、家族構成、職業、気候変動に対する認知・不安の程度等)

表-4 各指標の水準値設定

指標	水準値1 (よい)	水準値2 (中間)	水準値3 (悪い)
失業率 (失職リスク)	現在の仕事を失う 可能性はない	現在の仕事を失う 可能性が5%ある	現在の仕事を失う 可能性が10%ある
消費者物価指数 ※居住費除く	物価水準が 5%上がる	物価水準が 10%上がる	物価水準が 15%上がる
観光アクセス 充足度	日帰り圏に スキー場 海水浴場が充足	日帰り圏にスキー場 海水 浴場のどちらもある	日帰り圏に スキー場 海水浴場がない
自然的土地利用の 多様性	多様性がある (3種類以上)	多様性がややある (2種類)	多様性がない
洪水被害確率	床上浸水以上の 被害が100年に1回	床上浸水以上の 被害が50年に1回	床上浸水以上の 被害が10年に1回
土砂災害被害確率	斜面崩壊発生確率が 10%以下	斜面崩壊発生確率が 10～20%	斜面崩壊発生確率が 20%以上
渇水発生率	減断水が10年に 1回(10%)	減断水が5年に 1回(20%)	減断水が3年に 1回(33%)
熱中症発生率	10万人に100人 (1年あたり)	10万人に300人 (1年あたり)	10万人に500人 (1年あたり)
感染症発生率	10万人に20人 (1年あたり)	10万人に60人 (1年あたり)	10万人に100人 (1年あたり)
月々の家賃	今より1万円 支払いが減る	変化なし	今より1万円 支払いが増える

ンケート調査を実施する。各指標に対する重みパラメータの貨幣換算値 w_k^p は家賃に対する重みパラメータ β_{rent}^p を用いて式(4)のとおり算出する。

$$w_k^p = \beta_k^p / \beta_{rent}^p \quad (4)$$

ここで、 w_k^p は生活環境への影響を抑制するために支払ってもよいと考えられる金額と解釈できる。なお、「消費者物価指数」からも「一人あたりの消費支出額」を考慮することで貨幣換算値を得ることができるが、個人属性毎に消費支出額が異なるなど不確定要因が存在する。そのため、ここでは家賃を設問に追加することで、各設問で示された将来の生活環境に対する限界支払い意思額を直接、確認することとした。

(4) アンケート調査の概要

アンケート調査の概要を表-3に示す。調査会社に登録されているモニターに対してWEBを通じて2020年1月末に実施した。重みパラメータを推定するための設問は、

表-5 重みパラメータの推定結果

指標	単位	定数 (基準)	性別 女性	年代				結婚 既婚	居住気候区分								
				20~29歳	40~49歳	50~59歳	60歳~		北海道	東北	北陸	東海	近畿	中国	四国	九州・沖縄	
失業リスク(失業率)	%	0.1054***	0.0208***	-0.0160**	0.0102*			0.0101**	0.0093				0.0260***	0.0113*			0.0199***
消費者物価指数	%	0.1012***	0.0217	-0.0121*												0.0069	
観光アクセス充足度	1項目あたり	0.0209						0.0539**									
自然的土地利用の多様性	種類	0.1689***			0.0426*	0.0795***	0.1444***		0.0370								0.0572***
洪水被害確率	%	0.0977***	0.0399***		-0.0159**	-0.0375***	-0.0558***	0.0099**		-0.0222***							
土砂災害被害確率	%	0.0645***	0.0263***		-0.0078	-0.0134*	-0.0176***	0.0087**									
溺水発生率	%	0.0393***	0.0123***	-0.0062**	0.0030						0.0050**	0.0087***		0.0113***	0.0079***		
熱中症発生率	人/10万人	0.0008***	0.0006***				0.0004***	0.0002*				0.0004***		0.0003**			
感染症発生率	人/10万人	0.0083***	0.0044***					0.0020***						-0.0014*			-0.0016**
家賃	万円	0.2765***															

$\rho^2=0.046$, Signif. codes: ***p<0.001, **p<0.01, *p<0.05, .p<0.1, .p<0.2
 基準属性(性別:男性,年代:30~39歳,結婚:未婚,居住気候区分:関東甲信,職業:事務,世帯年収:200~1,000万円,気候変動認知:知っている,気候変動の不安:不安)
 基準属性に比べて,重みが大い場合を正のパラメータ,重み小さい場合を負のパラメータで示している
 例えば,20~29歳女性(その他の属性は基準属性と同様)の失業リスクのパラメータは0.1054(定数)+0.0208(女性)-0.0160(20~29歳)=0.1102のように算出できる

各指標の説明(表-2)をしたうえで,仮想的な2つの将来シナリオに関するプロファイルを提示して,より好ましい方を選択する形式とした.各プロファイルは3指標+家賃の4条件型の要素から構成される.また,各指標で設ける水準は表-4に示す通り,すべて3水準とした.

アンケートでは様々なプロファイルの組み合わせに対して繰り返し回答を求めることになるが,直交計画法により設問数を検討した結果,各組み合わせで12問ずつとなり,回答者1人あたり計36の選択結果を得ている.

(5) 重みパラメータの推定結果

コンジョイント分析結果を表-5に示す.推定には統計解析環境Rのsurvivalパッケージに含まれる関数clogit()を用いた.データセットの作成においては,アンケート回答者から得られた複数の選択結果のうち,選択結果の組み合わせが論理的に矛盾する回答を除去している.そして,基準属性を設定したうえで,それ以外の属性は基準属性に対する差分として,変数減少法を用いてp値<0.2を満たす変数を残すよう推定した.多くの変数から取りこぼしなく広めに選択するため,p値の閾値を高め設定している.

重みパラメータの違いを確認すると,男性より女性のほうが全体として各指標に対する重みが大い.年代別では,年代が高いほど洪水や土砂災害被害に対する重みが大い,溺水や熱中症に対する重みが大い.特に60歳以上では,残りの人生で経験する可能性が相対的に低い洪水や土砂災害よりも,暑熱に対する自身の適応能力を加味して熱中症の重みが大いくなっていると考えられる.また,既婚者は未婚者よりも各指標に対する重みが大いことから,ライフステージの変化によって重みが大いことが推察される.

地域別にみると,東海や中国では溺水や熱中症に対する重みが大い,北海道や九州・沖縄では失業リスクや自然的土地利用に対する重みが大いなどの違いがみられる.また,職業分類別では,管理的職業や専門的・技術的職業で重みが大い項目が多く,建設業では熱中症など屋外作業に対するリスクを気にする傾向があるなど,日ごろの関心ごとが重みに反映されている.

所得別では,家賃を設問に追加していることもあり,生活に余裕のある高所得者のほうが各指標に対する重みが大い傾向にある.一方で,低所得者や気候変動影響を知らない,あるいは気候変動に対して不安を感じない人は洪水や溺水,感染症など気候変動影響に対する重みが大い傾向にある.そのため,気候変動への理解促進は,例えば洪水危険の小さいエリアへの居住誘導など長期的な土地利用を含めた適応努力を促進させる可能性が示唆される.

3. 愛知県を対象とした地域社会将来シナリオのCC-QOL評価

(1) 分析シナリオの設定

気候と社会経済状況が異なる地域社会将来シナリオを設定し,CC-QOL指標を用いた定量評価を行う.なお,ここでは気候モデル等による将来予測実験を行うのではなく,既存の予測結果を組み合わせることで評価を行うこととしている.

分析対象エリアは都市部から中山間地域まで多様な地域特性を持つ愛知県とし,その空間的内部構造や居住者特性を反映するため,分析粒度を500mメッシュとした.また,評価対象時期は20世紀半ば,21世紀末とした.

地域社会将来シナリオは、将来の社会経済の発展の傾向を仮定した共有社会経済経路（SSP）と代表的濃度経路（RCP）を想定した気候予測を組み合わせて作成する。ここで、日本においては先行して作成された RCP ベースの影響予測は多くの知見があるものの、SSP と RCP を統合的に影響予測した結果はない。一方、SSP と RCP は世界的にみると独立ではなく、ある程度の幅をもって互いに関係しており^{9,10}、それぞれ独立して予測されたデータセットを組み合わせた結果であっても、その幅の中に位置すると考えることができる。そこで、本研究では、SSP と RCP の組み合わせとして可能性のあるシナリオ^{10,11}から、日本における RCP ベースの気候影響予測結果の有無を考慮し、次の 3 シナリオを設定した（図-1）。まず、気候変動の進展は緩やかに持続可能な社会が形成されることを想定したシナリオ 1（SSP1-RCP2.6）、気候変動が進展するとともに人口減少と産業の衰退の負のスパイラルが進むシナリオ 2（SSP3-RCP4.5）、経済性を優先した開発・発展を優先する一方で気候変動がますます進展することを想定したシナリオ 3（SSP5-RCP8.5）である。ここで、社会経済シナリオは、松橋ら¹²による日本版

SSP の叙述とイメージに基づくものであり、そのうち人口や都市化や経済に関するストーリーラインについては、愛知県内の地域特性や将来計画を考慮しローカライズした（表-6）。

(2) データ整理

各指標の現況値及び将来値は、現況の統計データや RCP に基づく気候予測の既往研究^{13,14}、予測データセット^{注25}、SSP に関する既往研究^{15,16}をもとにそれぞれ表-7 のとおり設定した。なお、既往研究等から小地域別の指標値が得られない指標については、気温や降水量等の基本的な気象データを説明変数とした統計的ダウンスケーリングにより設定した。

社会経済状況として影響が大きい人口配置は、五味ら¹⁶による日本 SSP 市区町村別人口推計結果（第 1 版）をコントロールトータルとしたうえで、シナリオ 1 ではコンパクト化、シナリオ 2 は拡散衰退、シナリオ 3 は拡散発展となるようにパラメータを調整した小地域単位の人口コーホートにより設定した。

設定した指標値の平均値・標準偏差を表-8 に示す。概ね表-7 に示すシナリオ別の想定どおりの結果となっている。また、それぞれのシナリオで地域によるばらつきが異なることが確認できる。

表-9 に対象地域における性年代別の価値観（貨幣換算値）を示す。これらを用いて、固有の単位を持つ指標間の統合評価を行う。各メッシュにおいて、個人ごとの価値観は異なるものであるが、ここでは人口構成による重みづけ平均した結果を各メッシュの価値観の代表値として用いる。将来シナリオを評価する際は、現在の居住者の価値観を前提とし性・年代のみの人口構成変化により、各メッシュの価値観の代表値が変化すると仮定する。また、割引率は考慮しない。

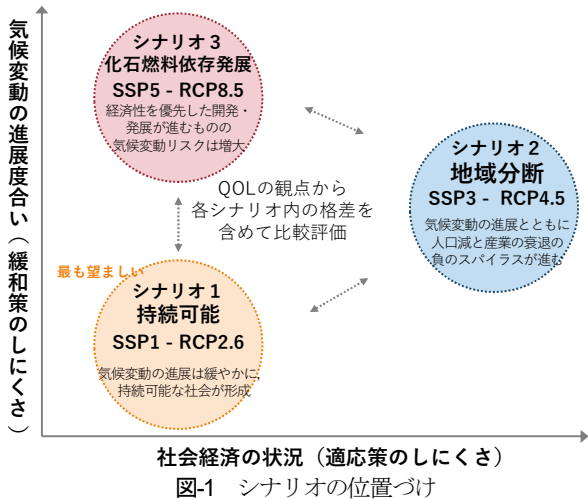


図-1 シナリオの位置づけ

表-6 各シナリオのストーリーラインの概要

	世界・日本で想定される状況	愛知県で想定される状況	
		人口と都市化	経済・産業・技術
シナリオ 1	<ul style="list-style-type: none"> ・ 発展と持続可能性に関する国際的な目標達成に向けた取組強化 ・ 国内外の格差は縮小、国際協調による緩和が進む ・ 先進国は経済成長よりも幸福度の向上を重視 ・ 個人レベルでも社会レベルでも脆弱性が低減し、適応に向けた取組が相対的に易しくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 教育や技術開発への投資により出生率上昇、ライフスタイル多様化が進む ・ 雇用の安定、教育・子育て環境の充実により、東京一極集中の緩和と出生率上昇が達成し、2050年の人口は690万人（2100年は500万人）に ・ リニア大交流圏のなかでも大都市名古屋への高次都市機能が集積し、県内外を連携するコンパクト+ネットワーク型都市が形成 ・ 土地利用を含む総合的対策やグリーンインフラ等の積極活用により、ハード・ソフトの両面の脆弱性が低減 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大都市名古屋の求心力や西三河のものづくり産業の競争力が維持され雇用安定 ・ 農林水産業への気候の影響も小さく、花きの生産額は日本一を維持 ・ 三河地域では、観光や農業の6次産業化が進む ・ 環境や新エネルギー、IT、都市型近郊農業等の次世代産業が発展 ・ 農工商が連携し、さらなる高付加価値サービスにより所得向上
シナリオ 2	<ul style="list-style-type: none"> ・ ナショナリズムの台頭により、分断された世界に移行 ・ エネルギーや農産物市場で貿易障壁が発生 ・ 国際協調機関が存在せず、緩和を進める力が低下 ・ 日本国内のほとんどの地域は人口急減と財政難に直面し、適応に向けた取組も困難となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 将経済状況の不透明さ等により出生率の著しい低下、東京等への人口流出が進み、2050年には人口が610万人（2100年は270万人）に減少 ・ 人口が一律減少、地方の集落やコミュニティ消失 ・ 全地域で富裕層と貧困層の格差が拡大。人口急減と財政難により、一部の地域で最低限のインフラやサービスをすべての人に提供できない ・ 人間も自然システムも非常に脆弱に 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 名古屋の求心力が低下するとともに、西三河地域のものづくり産業は矢作川の治水リスクの増大や技術革新が進まないことで競争力が低下 ・ 経済的な停滞により、人材育成が進まず、技術開発で後れを取り、さらに経済が停滞する負の連鎖が生じる ・ 気候変動の影響により、農林水産業の収量が減少
シナリオ 3	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新興国や発展途上国を含む世界各地の経済的な成功を通じ、競争市場・技術革新・参加型社会がより信頼される ・ 国際的な移民が活発化し、日本でも外国人労働者が大きく増加 ・ 化石燃料依存と環境関心欠如により緩和が難しくなる一方、技術による適応が易しくなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経済状況に対する楽観的な見通しにより、出生率は相対的に高い水準に ・ 所得格差縮小と世界的な移民の活性化により、外国人労働者が大きく増加、少子高齢化の影響が緩和し、2050年の人口は740万人（2100年は600万人）に ・ 高度に設計されたインフラ整備が進むものの、都市域は拡散、環境に対する意識が低く、熱中症や水害に対しては脆弱度が増大 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 名古屋市の求心力や西三河の製造業等の競争力は大幅に向上 ・ 気温上昇や降水量変化が著しく、特に庄内川や矢作川、豊川周辺の治水リスクが増大 ・ 気候変動により東三河地域等の伝統的な農林水産業が衰退する一方、都市農業等新技術を活用した農林水産業が発展

表-7 指標値の設定方法

指標	現況値の設定	将来値の設定	愛知県における将来シナリオの想定		
			シナリオ1	シナリオ2	シナリオ3
失業率[%]	国勢調査(2015)から市区町村別の失業率を設定。	社会経済 日本SSPのGDPを用いて、オクンの法則(GDP成長率が上昇するほど失業率は低下する)を前提に設定。具体的にはSSP2において現況失業率と同等のまま推移すると仮定し、シナリオ別失業率は、現況失業率に各シナリオの一人当たり総生産とSSP2の一人当たり総生産の比をかけて設定。t年における日本SSPのGDPはHeChenetal(2020) ¹⁹ を用いた。ここで、t-5年時点(初期値)は2015年の市区町村別の一人当たり総生産がt年でも一定であれば、t年時点のSSP市区町村別人口 ¹⁹ との積はt年における日本SSPのGDPと一致する。しかし実際の計算上はそれらに差が生じることから、その差分を人口比で分配し、t年時点の市区町村別一人当たり総生産を更新することでダウンスケールング。	↗	↓	↑
消費者物価指数[%]	小売物価統計調査(構造編)10大費目別消費者物価地域差指数(全国平均=100)を基準に調査品目:うるち米の年平均価格の代表点を用いて、500mメッシュ単位に空間補間。	気候影響 社会経済 世界的な気候変化による収量変化や人口増減、農業生産性変化等による食料需給の変化を反映。具体的には、IPCC特別報告書 ²⁰ RCP6.0に基づくSSP1~3の2050年時点の世界的な穀物価格上昇率を適用。2100年時点の各シナリオの物価上昇率は各シナリオの平均気温と2050年時点のRCP6.0の年平均気温(S-8・MIROC) ^{21,22} との比を用いて設定。SSP5についてはストーリーライン(農業の生産性は大幅に向上し、現在のような食生活を維持できる)に基づき、2050年時点の物価上昇率をSSP1と同程度と設定。	→	↓	↘
観光アクセス充足度[項目]	交通ネットワーク計算により、スキー場・海浜施設のそれぞれから日帰り圏内(片道3時間)のメッシュを判別。いずれも日帰り圏内にある、どちらか1つが日帰り圏内にある、いずれも日帰り圏内にないの3段階に設定。	気候影響 降雪量変化(気象庁第9巻データ・年最深積雪) ^{23,24} によるスキー場の運営可否や海浜の消失(S-8データ・MIROC) ^{25,26} による海岸部レジャーの継続可否を設定したうえで、交通ネットワーク計算を実施。現況のスキー場は概ね最深積雪量が14cm以上の地域に分布していることから、将来は最深積雪量が14cm未満となる地域に位置するスキー場は運営不可とした。海浜レジャー施設は、将来の砂浜消失率が50%以上の地域は運営不可とした。	→	↘	↓
自然的土地利用の多様性[0-1]	日本全国さやま指数メッシュデータ ²⁷ を使用。	気候影響 本研究では将来値も現況の日本全国さやま指数を設定。	→	→	→
洪水被害確率[%]	国土数値情報浸水想定区域データの浸水想定条件より、メッシュ別の洪水被害確率を算出。	気候影響 現状のハザードマップの洪水発生確率に国土交通省が試算した地域別、河川規模別の洪水発生確率の変化倍率 ²⁸ を適用。	↘	↓	↓
土砂災害被害確率[%]	国土数値情報土砂災害警戒区域(通称イエローゾーン、レッドゾーン)に対して、斜面崩壊発生確率(S-8データ・MIROC) ^{29,30} を適用。	社会経済 洪水被害エリア内の人口変化を反映。 気候影響 現況の土砂災害警戒区域に将来の斜面崩壊発生確率(S-8データ・MIROC) ^{29,30} を適用。	↑	↓	↓
湯水発生率[%]	平成29年版日本の水資源の現況から年あたりの湯水発生率を設定。	社会経済 土砂災害被害エリア内の人口変化を反映。 現況の湯水発生確率に将来の水の需給バランス変化を反映して設定。 気候影響 供給側として立川 ³¹ による湯水流量の変化比率を水供給量変化率として設定。将来実験結果がないシナリオは、降水量(S-8データ・MIROC) ^{29,30} の比で補完。	↘	↓	↓↓
熱中症発生率[人/10万人]	消防庁「熱中症による救急搬送人員数(H27-H30平均)」と年平均値(気温)、猛暑日数を用いて、熱中症搬送者数[人/10万人]の関係式を作成し、メッシュ単位にダウンスケールング。メッシュ別年平均値は国土数値情報の年平均メッシュデータを用い、猛暑日数は気象庁の観測地点を内挿して設定。	気候影響 現況値に対して、熱中症搬送者数の変化倍率(S-8データ・MIROC) ^{29,30} を掛け合わせて設定。	↘	↓	↓↓
感染症発生率[人/10万人]	国立感染症研究所「感染症発生動向調査事業年報(H25-H30平均)」と年平均値(気温)、可住地人口密度を用いて、感染症発生確率の関係式を作成し、メッシュ単位にダウンスケールング。	現況データで作成した関係式を用いて、将来の年平均気温(S-8データ・MIROC) ^{29,30} 及び人口密度から設定。 気候影響 気温上昇による感染症の媒介生物の生息域変化を反映。	→	↓	↓↓
その他関連データ	人口分布	国勢調査(2015)に関する地域メッシュ統計を使用。	→	↗	→
	価値観	各メッシュの人口構成から属性別の価値観を重みづけ平均した値を使用。メッシュ別に把握できない属性は性年代別に愛知県全体での割合を適用。	社会経済 人口分布(性年代構成)の変化を反映。ここでは、現在の個人属性別の価値観は将来も変化せず、その人口構成変化により、各メッシュの代表値(平均値)が変化すると仮定。	→	→

想定される方向: ↑↑:大きく改善, ↑:改善, ↗:やや改善, →:維持, ↘:やや悪化, ↓:悪化, ↓↓:大きく悪化

表-8 各指標の平均値・標準偏差

	現況	21世紀半ば			21世紀末		
		シナリオ1 SSP1-RCP2.6	シナリオ2 SSP3-RCP4.5	シナリオ3 SSP5-RCP8.5	シナリオ1 SSP1-RCP2.6	シナリオ2 SSP3-RCP4.5	シナリオ3 SSP5-RCP8.5
失業率[%]	3.44 (0.63)	3.30(0.60)	4.01 (0.75)	2.90 (0.54)	3.02 (0.54)	3.97 (0.74)	2.10 (0.39)
消費者物価指数[%]	98.8 (0.61)	105.24 (0.66)	108.72 (0.67)	104.95 (0.65)	104.66 (0.67)	114.21 (0.71)	112.05 (0.70)
観光アクセス充足度[項目]	1.99 (0.07)	1.96 (0.19)	1.96 (0.19)	1.96 (0.19)	1.97 (0.17)	1.96 (0.18)	0.86 (0.35)
自然的土地利用の多様性[0-1]	0.04 (0.06)	0.04 (0.06)	0.04 (0.06)	0.04 (0.06)	0.04 (0.06)	0.04 (0.06)	0.04 (0.06)
洪水被害確率[%]	0.58 (0.86)	1.00 (1.51)	1.03 (1.52)	1.20 (1.77)	0.97 (1.63)	1.45 (2.17)	2.31 (3.43)
土砂災害被害確率[%]	1.58 (3.78)	1.49 (3.68)	1.49 (3.69)	1.49 (3.69)	1.49 (3.70)	1.49 (3.69)	1.48 (3.67)
湯水発生率[%]	18.33(0.00)	28.37 (4.01)	25.05 (3.48)	30.29 (4.24)	31.95 (5.37)	18.33 (2.23)	40.27 (5.36)
熱中症発生率[人/10万人]	57.91 (3.97)	98.82 (6.37)	98.71 (6.42)	110.39 (7.13)	99.25 (6.02)	145.29 (9.18)	291.10 (18.05)
感染症発生率[人/10万人]	41.33 (5.69)	44.60 (5.66)	43.03 (4.97)	45.82 (5.78)	44.06 (5.51)	40.9 (2.32)	47.37 (4.76)

※メッシュ別の人口で重みづけした加重平均値、カッコ内は標準偏差

表-9 愛知県における性年代別の価値観(貨幣換算値)

	男性					女性				
	20~29歳	30~39歳	40~49歳	50~59歳	60歳~	20~29歳	30~39歳	40~49歳	50~59歳	60歳~
失業率[%]	4.01	4.87	4.89	4.97	4.95	4.82	5.70	5.72	5.79	5.75
消費者物価指数[%]	3.49	3.49	3.48	3.57	3.82	4.31	4.32	4.31	4.40	4.64
観光アクセス充足度[1項目あたり]	0.67	1.58	1.85	2.05	4.97	0.81	1.83	2.07	2.24	5.03
自然的土地利用の多様性[0.01あたり]	0.35	0.35	0.42	0.53	0.70	0.35	0.35	0.42	0.53	0.70
洪水被害確率[%]	3.67	3.90	3.16	2.48	1.56	5.29	5.54	4.80	4.11	3.17
土砂災害被害確率[%]	2.94	3.09	2.67	2.55	2.39	4.01	4.18	3.75	3.63	3.44
湯水発生率[%]	1.22	1.51	1.67	1.68	1.77	1.78	2.07	2.23	2.25	2.33
熱中症発生率[人/10万人]	0.04	0.05	0.05	0.05	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.09
感染症発生率[人/10万人]	0.30	0.34	0.35	0.36	0.37	0.51	0.55	0.56	0.57	0.57
家賃[万円]	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

※数値はいずれも「指標固有の単位」あたりの「万円/年・人」

ここで、戸川らも本研究と同様の手法を用いて CC-QOL を構成する指標に対する価値観（貨幣換算値）を推定している。そのうち本研究と同一の指標に対する価値観の推定結果は、失業率は1%あたり 3.2～5.3 万円/年、物価変動は1%あたり 0.93～1.71 万円/年、渇水発生率は1%あたり 1.57～2.92 万円/年、熱中症リスクは人/10 万人あたり 0.03～0.07 万円/年、感染症リスクは人/10 万人あたり 0.34～0.76 万円/年となっている。本研究と戸川らの研究では、設定した指標数やアンケートにおける水準値、サンプル数などが異なるため、一概には比較できないが、物価変動を除き比較的近い値が得られている。ただし、本研究においては、すべての指標を3水準とした一対比較型の設問を設計した一方、重みパラメータ推定は線形の効用関数を仮定したため、モデル全体の尤度比が低い。この点についてはより正確な検証が求められる。

(3) CC-QOL 評価結果

以上のデータを用いて算出した各シナリオの 500m メッシュ単位の CC-QOL 評価結果を図-2～図-4 に示す。

まず、図-2 にメッシュ別の CC-QOL の統合評価値を示す。この結果から、いずれのシナリオも現況より影響が増大しているものの、その影響は地域別に大きく異なることがわかる。また、ここでの価値観は各メッシュ内の各人口構成により重みづけした値を用いている。なお、同メッシュ内でも個人レベルでの価値観により受ける影響は異なるため、個人レベルでの影響の差は、地域差に加えて更に大きくなる可能性もある。平均的な価値観を用いた結果では、全体として洪水被害の危険地域など複合的なリスクが存する地域の一人当たり CC-QOL 値が低く、特に木曾川下流域や中央部に位置する西三河地域の矢作川下流域で低い。シナリオ 1 では 21 世紀半ば時点から 21 世紀末にかけて CC-QOL 値が改善する地域もある一方、シナリオ 2、シナリオ 3 はいずれの地域も悪化している。シナリオ 3 では西三河地域に加えて、西部に位置する尾張地域一帯が大きく悪化している。

次に、CC-QOL 構成要素ごとの平均値とその最大・最小値を図-3 に示す。平均値をみると、物価や渇水、熱中症はシナリオや評価時期によって大きく異なり、地域全体へのインパクト影響が大きい。特に渇水は市民の価値観も大きく、選定した指標の中で最も影響度が大きい。各メッシュの最大・最小値をみると、洪水や土砂災害、渇水の変動が大きく、地域差が大きい影響であるといえる。シナリオ別にみると、シナリオ 1 は気候変動の進展が緩やかなため全体的な熱中症リスクが小さく、コンパクト化が進み災害危険地域の居住人口が減少する傾向があるため、洪水リスクが小さい。シナリオ 2 は、地域分断の影響による物価上昇の影響が最も大きい。また人口

減少による水需要の減少を仮定したことで、渇水の影響は他シナリオに比べて小さい。ただし、渇水に対する市民の価値観が大きいため、シナリオ 2 において地域分断によって水資源の適正な管理と利用が困難となった場合、渇水発生率が大きく悪化する可能性がある。シナリオ 3 は経済を重視した発展により、失業率が改善する一方、気候の影響や無秩序な開発が進むことにより、渇水や洪水、熱中症、感染症など様々な悪影響が発生することが示唆された。

図-4 は図-2 におけるシナリオ別の CC-QOL 値の人口分布を示したもので、影響を受けやすい人々がどの程度いるか、またその格差の幅を示している。この結果から、21 世紀半ば時点で、ほぼすべての地域の CC-QOL 値が現況よりも低下していることが確認できる。21 世紀半ば時点の中央値に基づく影響はシナリオ 1、シナリオ 3 で現況の 1.4 倍、最も影響を受けやすいシナリオ 2 で現況の 1.6 倍程度である。21 世紀末になると、シナリオ 2 とシナリオ 3 が逆転するとともに、シナリオ間の差も大きくなり、シナリオ 1～3 の影響度はそれぞれ現況の 1.5 倍、1.7 倍、2.1 倍程度である。さらに、21 世紀末ではいずれのシナリオも分散が大きくなる傾向にある。貨幣換算値としては、現況で-80～-140[万円/年・人]程度であるのに対し、21 世紀末にはシナリオ 1 は-110～-205[万円/年・人]程度、シナリオ 3 は-170～-275[万円/年・人]程度に広がっており、地域間・属性間の格差が大きくなることが予想される。一方、シナリオ 1 では、21 世紀末時点になると 21 世紀半ば時点と比較して、CC-QOL 値が高い人口比率がやや増加している。また、シナリオ 1 の 21 世紀末時点の分布の幅はシナリオ 3 よりも小さい。

以上の結果から、気候変動による悪影響を低減していくためには、地域やそこに居住する個々の属性に応じたきめ細かな対応を進める必要があることが示唆される。例えば、影響及び地域差が大きい渇水に対しては、流域ごとの総合的な水資源管理を進めるとともに、感度が高い高齢者への支援（水運搬負担の軽減、避難など）に対応することが期待される。また、特定の地域で影響が大きい洪水や土砂災害などに対しては、より感度が高い若い世代が住み替えをする際に、適切に将来リスク情報を提示するなどの対応が有効と考えられる。

4. まとめ

本研究では、気候変動要因（物理的なハザード）及び社会経済要因（曝露・脆弱性）を考慮した地域社会将来シナリオを、小地域単位でアウトカムの視点から統合的に評価するための検討を行った。まず、気候変動と住民

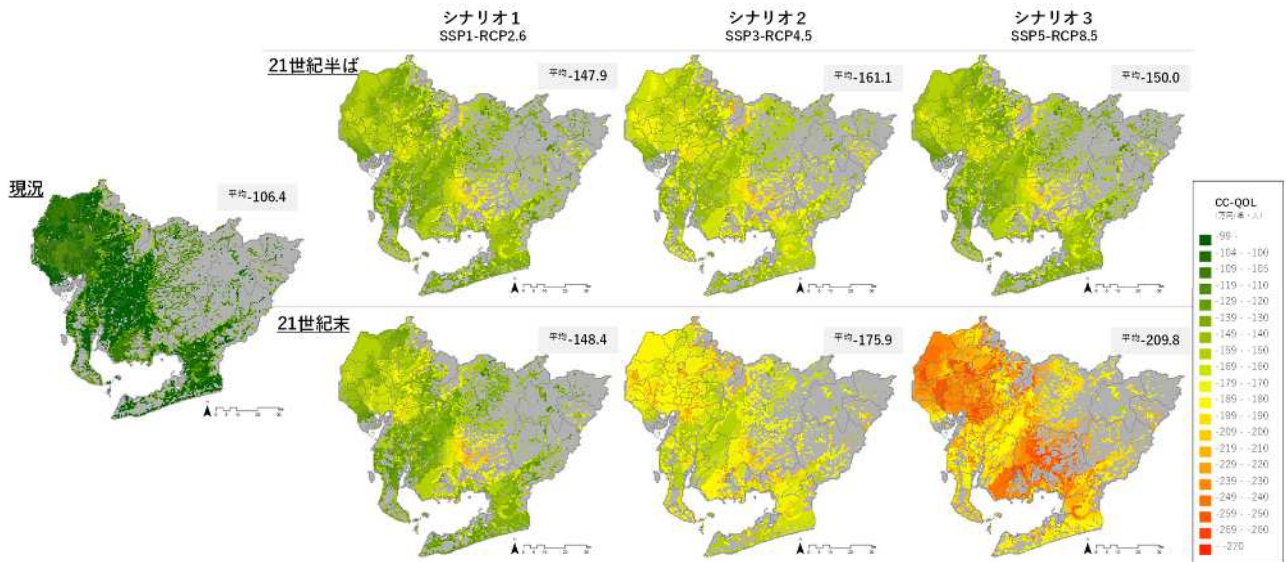
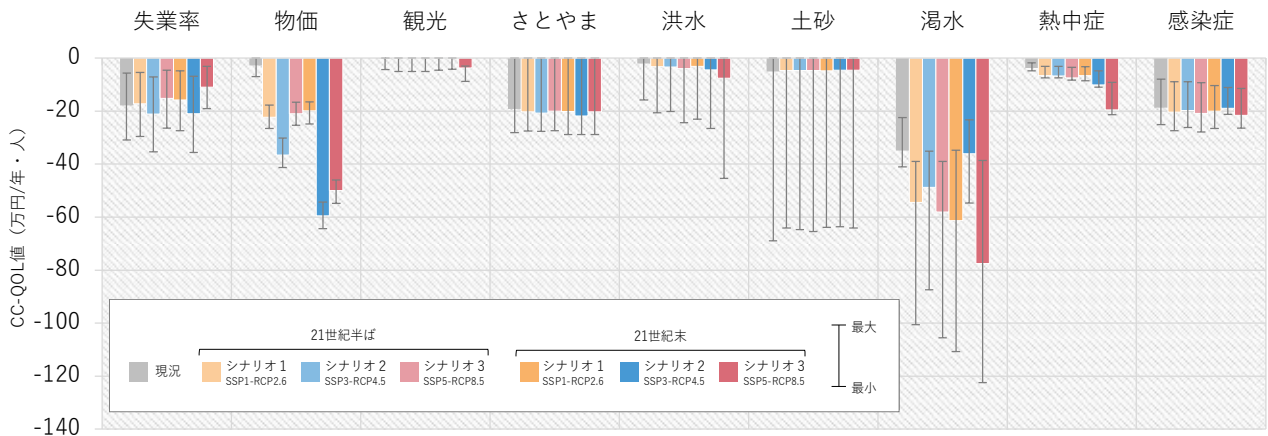


図2 一人当たり平均 CC-QOL 統合評価値の分布



※棒グラフはメッシュ別の人口で重みづけした加重平均値

図3 CC-QOL 構成要素ごとの平均値とその最大・最小値

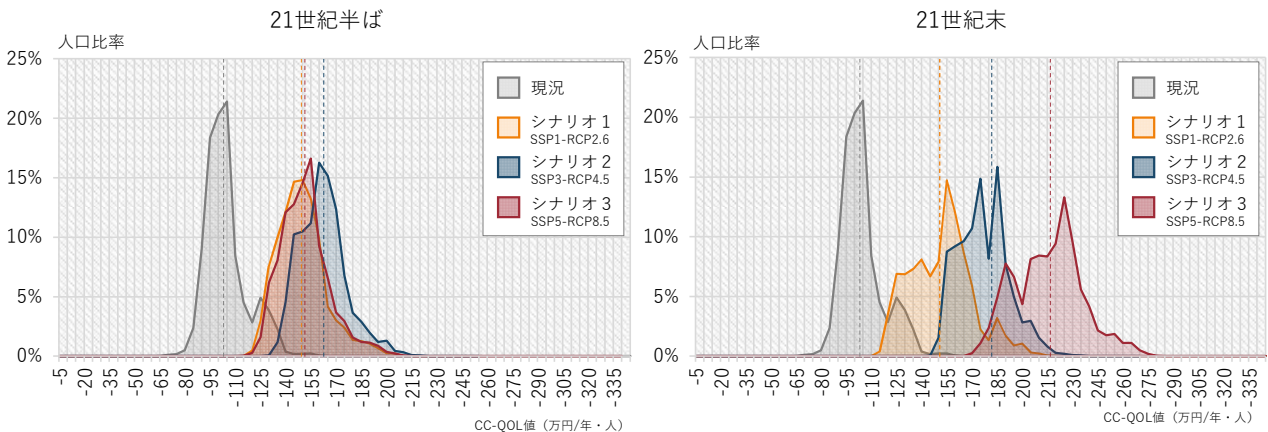


図4 CC-QOL 値別の人口分布

の価値観双方の視点から評価する「生活の質(Quality of Life)」の概念に基づいた CC-QOL 評価手法を採用した上で、アンケート調査から市民の CC-QOL 要素指標への価値観をコンジョイント分析により評価した。その結果、ライフステージの変化や加齢に伴う適応能力の変化のほ

か、職業や気候変動への理解によって将来の気候変動リスクに対する価値観が変化すること、とりわけ気候変動への理解促進は長期的な土地利用を含めた適応努力を促進させる可能性があることが明らかとなった。

さらに、愛知県を対象とした地域社会将来シナリオを

作成し、500m メッシュ単位の CC-QOL の統合値を推計したところ、1) 物価上昇や渇水、熱中症に加え、水災害や土砂災害など複合的なハザードが存在する地域では CC-QOL 値が大きく低下する可能性があること、2) 将来は地域間・属性間の格差がますます大きくなることが明らかとなった。

これらの知見から、気候変動リスクの軽減や地域間・属性間の格差を是正するためには、気候変動影響（ハザードの大小）だけでなく、地域の産業構造や居住者の属性、居住者の価値観など様々な視点からの評価をモニタリングし、地域に応じた気候変動リスクへの理解促進と適応策を推進する必要があることが示された。

一方、本研究では一定の抽出ルールに基づき評価指標を設定しているが、必ずしも網羅されているものではない。各分野におけるデータの収集や予測研究の発展状況を踏まえながら、シナリオ評価や戦略分析等を通じて、指標の調整・検証を継続することが必要となる。また、各指標の将来値の設定手法は粗く、将来の価値観についても職種や所得、世代、時代効果といった変動要因は本研究では反映されておらず、あくまで現在の居住者の価値観を前提とし性・年代変化のみを反映することとどまっていることなどが課題である。そのため、将来シナリオの CC-QOL 評価にあたっては、今後各分野における解像度の高い将来予測研究成果を収集しながら、各条件設定をより精緻化することが求められる。

NOTES

- 注 1) 気候変動適応情報プラットフォーム (A-PLAT) . <https://adaptation-platform.nies.go.jp/> (2022/06/24 閲覧).
- 注 2) 環境省 : IPCC 「土地関係特別報告書」の概要, . http://www.env.go.jp/earth/ipcc/special_reports/srcl_ove_rview.pdf. (2022/06/24 閲覧).
- 注 3) 環境省「環境研究総合推進費 S-8 温暖化影響評価・適応政策に関する総合的研究 (2010~2014)」(S8 データ) を国立環境研究所 (気候変動適応センター) が整備.
- 注 4) 気象庁「温暖化予測情報第 9 巻」(気象庁第 9 巻データ) を国立環境研究所 (気候変動適応センター) が整備.
- 注 5) 国土交通省 : 気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言 (令和 3 年 4 月改訂), https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/pdf/r0304/00_gaiyou.pdf. (2022/06/24 閲覧).

REFERENCES

- 1) IPCC : 1.5 °C 特別報告, 2018. [IPCC: *SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °C*, 2018.]
- 2) IPCC : 第 6 次評価報告書 第 2 作業部会報告書, 2022. [IPCC: the Sixth Assessment Report, Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2022.]
- 3) 環境省 : 気候変動影響評価報告書 総説, 2020.
- 4) van Vuuren, Detlef P., Krieglner, Elmar, O' Neill, Brian

- C., Ebi, Kristie L., Riahi, Keywan, Carter, Timothy R., Edmonds, Jae, Hallegatte, Stephane, Kram, Tom, Mathur, Ritu, Winkler, Harald : A new scenario framework for Climate Change Research: scenario matrix architecture, *Climatic change*, Vol. 122, No. 3, pp. 373-386, 2014.
- 5) 森田紘圭, 川原志郎, 大西暁生 : 気候変動による将来の生活環境への影響と現在の生活行動に対する住民価値観の分析, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 72, No. 5, pp. 195-204, 2016. [Morita, H., Kawahara, S. and Onishi, S.: A study on values of residents between current lifestyle and future living environment by climate change, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)*, Vol. 72 Issue 5, pp. I_195-I_204, 2016.]
 - 6) 大場真, 戸川卓哉, 渡邊学, 榎原友樹 : 気候変動に対する地域適応策のための脆弱性・リスク評価手法の開発: 地域レベル解像度-可視化システムと気候リスクコミュニケーション, 環境情報科学 学術研究論文集, Vol. 33, pp.295-300, 2019. [Oba, M., Togawa, T., Watanabe, M. and Ehara, T.: Development of Vulnerability and Risk Assessment for Adaptation Plan for Climate Change: Visualize Approach at High Resolution for Local Level Use and Climate Risk Communication, *Papers on Environmental Information Science*, Vol.33 (2019th Conference on Environmental Information Science), pp. 295-300, 2019]
 - 7) 戸川卓哉, 高野剛志, 森田紘圭, 大場真, Estoque, Ronald C., 近藤美沙希 : 気候変動が住民の生活の質 (QOL) に与える影響評価フレームワークの提案, 土木学会論文集 G (環境), Vol. 76, No. 5, pp. 461-470, 2020. [Togawa, T., Takano, T., Morita, H., Oba, M., Estoque, Ronald C. and Kondo, M.: Quantitative assessment framework of the impact of climate change on qol, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. G (Environmental Research)*, Vol. 76 Issue 5, pp. I_461-I_470, 2016.]
 - 8) 環境省, 文部科学省, 農林水産省, 国土交通省, 気象庁 : 気候変動の観測・予測及び影響評価統合レポート 2018~日本の気候変動とその影響~, 2018.
 - 9) van Vuuren, Detlef P., Carter, Timothy R. : Climate and socio-economic scenarios for climate change research and assessment: reconciling the new with the old, *Climatic change*, Vol. 122, No. 3, pp. 415-429, 2014.
 - 10) O'Neill, Brian C., Tebaldi, Claudia, van Vuuren, Detlef P., Eyring, Veronika, Friedlingstein, Pierre, Hurtt, George, Knutti, Reto, Krieglner, Elmar, Lamarque, Jean-Francois, Lowe, Jason, Meehl, Gerald A., Moss, Richard, Riahi, Keywan, Sanderson, Benjamin M. : The Scenario Model Intercomparison Project (ScenarioMIP) for CMIP6, *Geoscientific model development*, Vol. 9, No. 9, pp. 3461-3482, 2016.
 - 11) 松橋啓介, 高橋潔 : 日本版 SSP (社会経済シナリオ) の叙述とイメージ, Discussion paper series, Center for Social and Environmental Systems Research, NIES, 2020.
 - 12) 吉岡明良, 角谷拓, 今井淳一, 鷲谷いづみ : 生物多様性評価に向けた土地利用類型と「さとやま指数」でみた日本の国土, 保全生態学研究, Vol. 18, No. 2, pp. 141-156, 2013. [Yoshioka, A., Kadoya, T., Imai, J., and

- Washitani, I.: Overview of landuse pattern of Japanese Archipelago with biodiversity-conscious landuse classification and Satoyama Index. *Japanese Journal of Conservation Ecology* 18:141-156, 2013.]
- 13) Riahi, Keywan, van Vuuren, Detlef P., Kriegler, Elmar, Edmonds, Jae, O' Neill, Brian C., Fujimori, Shinichiro, Bauer, Nico, Calvin, Katherine, Dellink, Rob, Fricko, Oliver, Lutz, Wolfgang, Popp, Alexander, Cuaresma, Jesus Crespo, Kc, Samir, Leimbach, Marian, Jiang, Leiwen, Kram, Tom, Rao, Shilpa, Emmerling, Johannes, Ebi, Kristie, Hasegawa, Tomoko, Havlik, Petr, Humpenöder, Florian, Da Silva, Lara Aleluia, Smith, Steve, Stehfest, Elke, Bosetti, Valentina, Eom, Jiyong, Gernaat, David, Masui, Toshihiko, Rogelj, Joeri, Strefler, Jessica, Drouet, Laurent, Krey, Volker, Luderer, Gunnar, Harmsen, Mathijs, Takahashi, Kiyoshi, Baumstark, Lavinia, Doelman, Jonathan C., Kainuma, Mikiko, Klimont, Zbigniew, Marangoni, Giacomo, Lotze-Campen, Hermann, Obersteiner, Michael, Tabeau, Andrzej, Tavoni, Massimo : The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview, *Global environmental change: human and policy dimensions*, Vol. 42, pp. 153-168, 2017.
- 14) 立川康人, 滝野晶平, 藤岡優子, 萬和明, キムスンミン, 椎葉充晴 : 気候変化が日本の河川流量に及ぼす影響の予測, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 67, No. 1, pp. 1-15, 2011. [Tachikawa, Y., Takino, S., Fujioka, Y., Yorozu, K., Kim, S. and Shiiba, M.: projection of river discharge of japanese river basins under a climate change scenario, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering)*, Vol. 67, Issue 1, pp. 1-15, 2011.]
- 15) Chen, He, Matsuhashi, Keisuke, Takahashi, Kiyoshi, Fujimori, Shinichiro, Honjo, Keita, Gomi, Kei : Adapting global shared socio-economic pathways for national scenarios in Japan, *Sustainability Science*, Vol. 15, No. 3, pp. 985-1000, 2020.
- 16) 五味馨, 金森有子, 松橋啓介 : 日本 SSP 市区町村別人口推計, Discussion paper series, Center for Social and Environmental Systems Research, NIES, 2020.

ASSESSMENT OF FUTURE SCENARIOS BY CC-QOL FOR REGIONAL CLIMATE CHANGE ADAPPTATION POLICY

Tsuyoshi TAKANO, Takuya TOGAWA and Hiroyoshi MORITA

The objective of this study is to quantitatively assesment future community scenarios that take into account climate change and socioeconomic factors using the Climate Change related Quality of Life (CC-QOL) indicator. First, a conjoint analysis was conducted on citizens' perceptions of CC-QOL indicator based on a questionnaire survey. The results revealed that perceptions of climate change risk vary with life stage and adaptive capacity with aging, as well as with occupation and understanding of climate change. In addition, multiple community future scenarios were developed for Aichi Prefecture, and CC-QOL values were evaluated on a 500m mesh scale, revealing that disparities among regions and attributes will become increasingly large in the future. This indicates the need to monitor both climate change impacts and citizens' perceptions, which vary from region to region, and to promote localized understanding of climate change risks and adaptation measures.