

## 研究課題名：高分解能でのリモートセンシング解析技術を用いた土地利用シミュレーション

課題代表者：国立環境研究所地球環境研究センター 山形与志樹  
 共同研究者：国立環境研究所地球環境研究センター 村上大輔

実施年度：平成 25 年度～平成 27 年度（平成 27 年度終了課題）

### 1. 研究目的

将来の人口や GDP の成長を空間詳細な単位毎に推計することは、気候変動への適応を都市・地域スケールで議論する上で不可欠となる。そこで本研究では IPCC 公開の国別の人口・GDP シナリオ（Shared Socioeconomic Pathways : SSP）を 0.5 度グリッド毎にダウンスケール（空間詳細化）する。ダウンスケールするシナリオは SSP1（Sustainable シナリオ）、SSP2（Middle of the Road シナリオ）、SSP3（Fragmentation シナリオ）とする。

### 2. 研究計画

まずは空間詳細な人口・GDP の分布を説明しうる補助的データを収集する。具体的には土地被覆データ、都市領域データ、交通ネットワークデータなどである。次にそれらを活用しながら、また都市間の成長メカニズムや空間的・経済的な相互作用も考慮しながら、国別の人口・GDP シナリオ（1980～2100 年；10 年おき）を 0.5 度グリッド別にダウンスケールする。最後に、以上によって推計したグリッド別人口・GDP データを一般に公開するとともに、得られたフィードバックを元に推計を高度化する。

### 3. 研究成果 1：手法開発

人口・GDP シナリオのダウンスケールの手順を図 1 に整理した。ダウンスケールは国別の都市人口、非都市人口、GDP について各々実施した。

まず、国別の都市人口を都市別にダウンスケールするために、次の 3 つを考慮した都市の成長モデルを開発した：(i) 近接する都市から空間的な波及効果；(ii) 経済的な結びつきの強い都市からの波及効果；(iii) 土地被覆や交通ネットワークからの影響。ここでのモデル開発は空間計量経済学の方法をベースに実施した。(ii) については、Globalization シナリオである SSP1 では 2100 年までに経済的な結びつきが現状の 2 倍、Fragmentation シナリオでは 2100 年までに 0.5 倍となることを、それぞれ仮定した。以上の仮定の下で、SSP1～3 の下での都市別人口（0.5 度グリッド別）を構築した。

次に、それにより得られた都市別人口シナリオ、土地被覆等その他の補助データを考慮した複数のモデルを、アンサンブル学習（勾配ブースティング）によっ

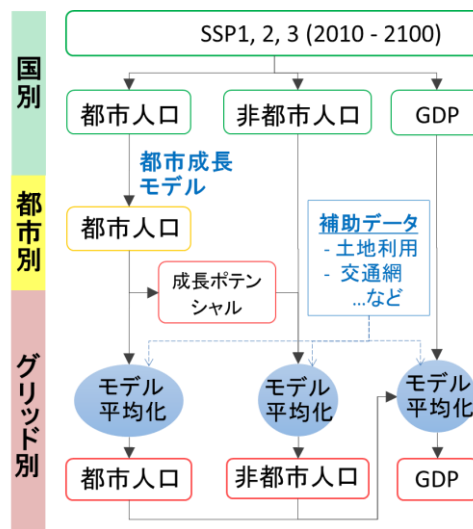


図 1. ダウンスケールの計算手順。

て平均化することで、0.5 度グリッド別の都市人口シナリオを推計した。

非都市人口のダウンスケールは、都市化ポテンシャル（上述の都市別人口シナリオを元に評価）と上述の補助データを考慮した複数のモデルのアンサンブル学習により実施した。最後に GDP のダウンスケールは、以上より推計された都市別人口シナリオ、非都市別人口シナリオ、及びその他の補助変数を考慮したアンサンブル学習により実施した。

### 4. 研究成果 2：手法開発

以上で開発した手法を実データに適用することで、0.5 度グリッド別の人口・GDP を推計した。

図 2 は都市別人口シナリオを元に評価された都市化ポテンシャル（図 1 参照）である。この図より、SSP1 では都市化が進み、SSP3 では進まないといった差異が捉えられていることが確認できる。

また、図 3 は人口（都市人口+非都市人口）と GDP のダウンスケールの結果（2080 年）である。SSP1 の人口分布は全体として集約的であり、特に主要都市（例えばロンドンやニューヨーク）の周辺では顕著な人口集中がみられた。対照的に SSP3 の下での人口分布は拡散的であった。この拡散傾向は東ヨーロッパからロシアにかけての地域、及び南アフリカで特に顕著であ

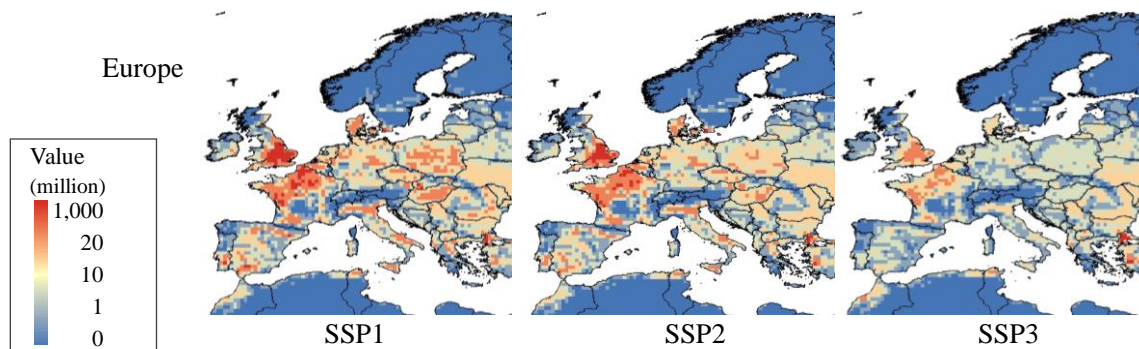


図 2. 都市化ポテンシャルの評価結果。

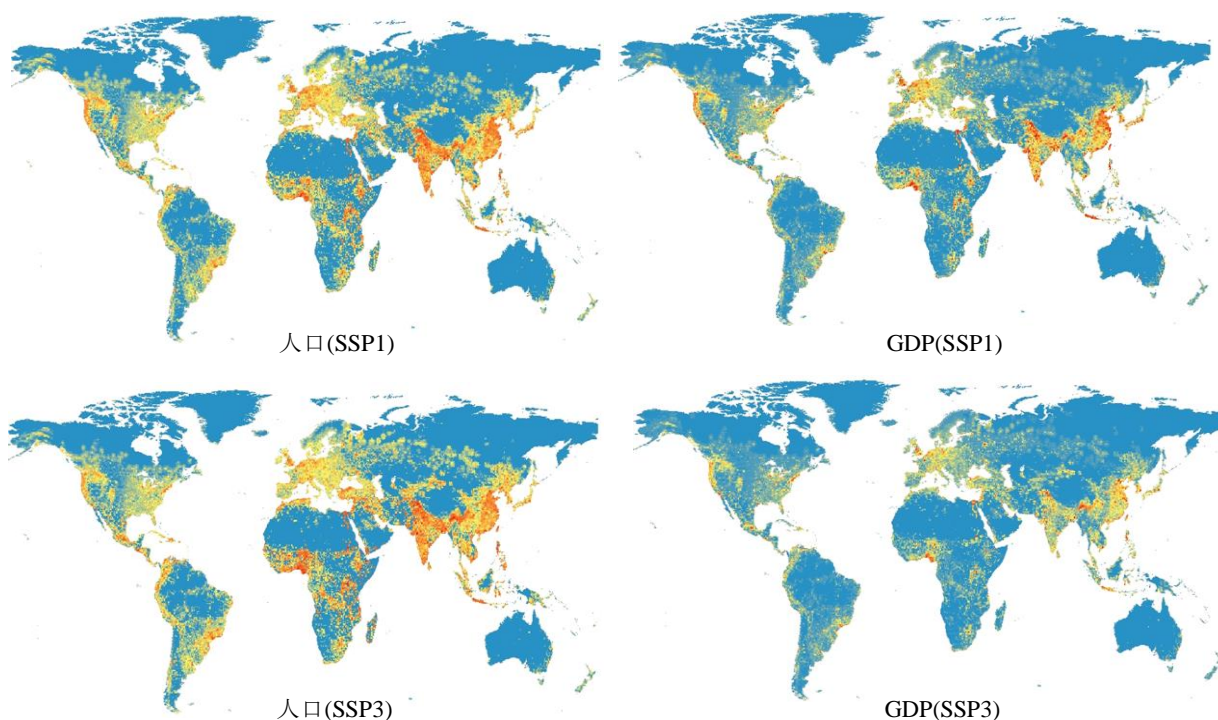


図 3. ダウンスケール結果 (2080 年)。

る。一方、SSP1 の下での GDP は、主要都市だけでなく、その周辺の広い範囲で高い値を示しており、SSP3 よりも広域的に生産活動が営まれるとの推計結果が得られた。

### 5. 研究成果 3 : データの公開

昨年度 web 上に推計した人口・GDP データを公開済みである。その後、データの推計方法等について多数の意見をいただき、その結果を踏まえてモデルを修正した。修正後のモデルが 3 章で説明したものであり、現在は、修正後のモデルを用いた推計結果をバージョン 2 として web 上で公開している

(<http://www.cger.nies.go.jp/gcp/population-and-gdp.html>)。

現在は ISIMICP (Inter-sectoral impacts model inter-comparison project) と整合した形でのデータの再整備や、これに関連して、過去の人口・GDP データ (グ

リッド別) の推計にも着手し始めており、それらで推計されるデータは今後バージョン 3 として公開したい。

### 6. 計算機資源の利用状況 (2015 年 6 月 1 日～2016 年 3 月 31 日)

実行ユーザ数: 1

CPU 時間 v\_deb: 0.00 hours, v\_32cpu: 0.00 hours, v\_96cpu: 0.00 hours, v\_160cpu: 0.00 hours, 計: 0.00 hours

※R (統計ソフトウェア) で計算処理をしているが、CPU 時間には反映されていない。