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

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）である。

2. 研究計画

まずは 0.5 度グリッドレベルの人口・GDP の空間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。次にそれらのデータを活用しながら、かつ人口・GDP の成長を記述しうる収束仮説やランクサイズルールといった法則性も考慮しながら、各 0.5 度グリッドにおける過去・現在から将来（2100 年まで）に至る人口・GDP の成長をモデル化する。次にここで開発する成長モデルを活用することで国別の人口・GDP シナリオ（SSP1～3）をグリッド毎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。

3. 進捗状況

人口・GDP の空間分布を説明しうる補助的データは平成 26 年度に収集が完了している。また一応のダウンスケール手法の開発も平成 26 年度内に完了しており、さらに、この開発した手法を用いることで直感と整合的な人口・GDP のダウンスケール結果が得られることもまた確認している（図 1）。

そこで平成 27 年度は、まず地球環境研究センターの HP 上に、web ページを作成し、平成 26 年のグリッド別の人口・GDP 推計結果をバージョン 1 として一般に公開した（図 2. http://www.cger.nies.go.jp/gcp/population-and-gdp.html）。

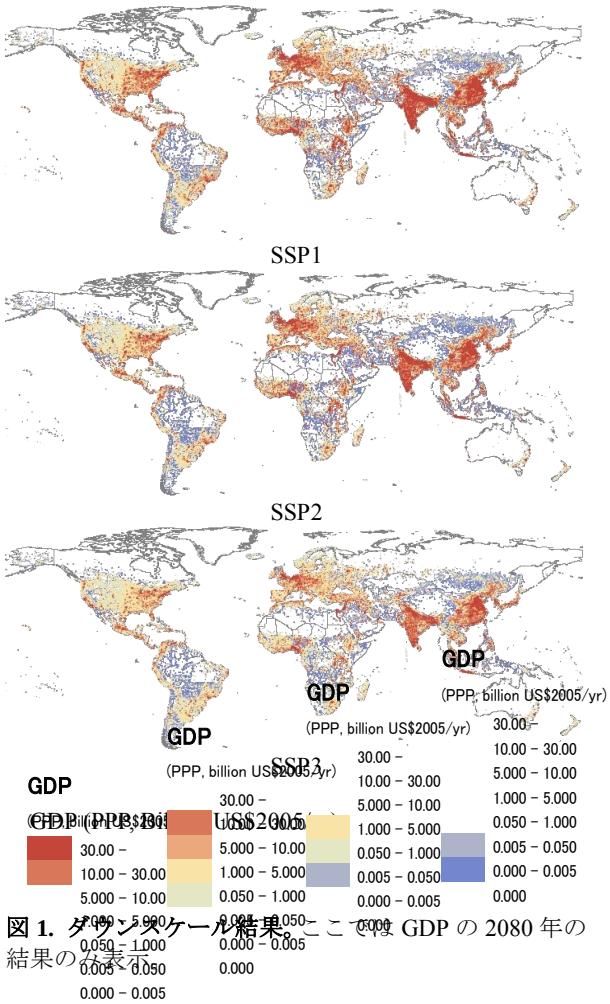

図 1. ダウンスケール結果。ここでは GDP の 2080 年の結果のみ表示。

図 2. グリッド別人口・GDP シナリオの公開ページ。

現在は、公開後にデータ利用者から頂いたご指摘も踏まえながら、以下の点が考慮できるようにダウンスケール手法の改良を進めている。

(a) SSP1~3 が仮定している都市成長スピードとの整合の考慮
(b) 人口・GDP の成長収束の考慮
(c) 都市間、及び地域間の相互作用／波及効果の考慮

(a)に関し、例えば SSP1 においては全人口の約 90%が 2100 年までに都市部に集中することとなっているが、一方で SSP3 における都市への人口集中は約 60%と仮定されている。しかしながら、現状ではこういった人口集中（非集中）のシナリオ毎の差異を明示的には考慮できていない。そこで、この点に対処するために、各シナリオ下における都市成長が明示的に考慮できるようにモデルを修正している。

(b)に関しては、人口は土地制約等の影響で人口成長は人口増加にともなって低減していくことが知られている。また GDP についても、成長（即ち経済発展）のスピードは低減していくことが、これまでに実証されてきた（β 収束）。現在これらの収束現象を明示的に考慮することができるようにモデルを修正している。

(c)に関しては、都市の成長は都市間の交流や貿易等の結果として生じる相互作用に強く依存することが知られており、これを考慮する必要があるというものである。

4. 今後の計画

現在(a)と(b)を考慮するために都市成長モデルの応用を、また(c)を考慮するために空間計量経済モデルの応用をそれぞれ試みており、両方を統合したモデル構築については概ね完了している。

図 3 はモデルの有効性の検証として、我が国の各都市の将来成長を(a)、(b)、(c)を考慮した空間計量経済モデルを用いて推計した結果であり、赤い都市は成長が早く、青（黒）い都市は衰退する都市である。この図より、東京や大阪といった主要都市は今後も成長する一方でそれ以外の大半の都市は今後衰退するという直感に整合する結果を得た。

今後は(a)、(b)、(c)を考慮した人口・GDP のダウンスケール手法の開発と我が国のデータを用いたその有用性の検証を完了させるとともに、その結果を踏まえて、ここで開発するダウンスケールを、全球を対象としたダウンスケールに適用する。なお同ダウンスケールはベイズ推定（シミュレーション）によって実施する予定であり、同計算のためにスーパーコンピュータを活用予定である。

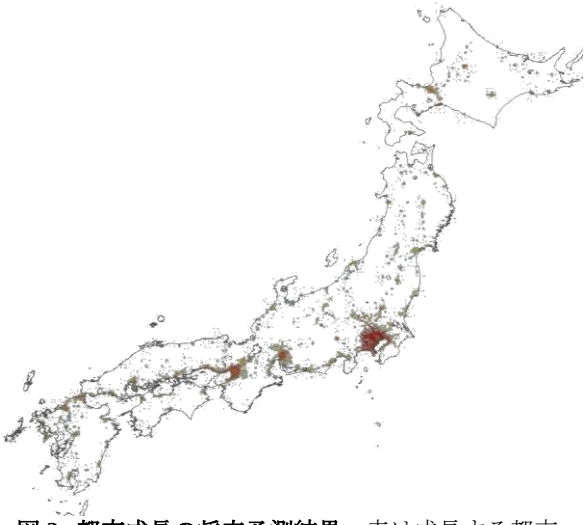

図 3. 都市成長の将来予測結果。赤は成長する都市；青（黒）は衰退する都市を表す。

5. 計算機資源の利用状況

5.1.今年度計算資源の利用状況（2015 年 6 月 1 日～2015 年 9 月 30 日、SX-ACE）

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

5.2. 昨年度計算資源の利用状況（2014 年 4 月 1 日～2015 年 3 月 31 日、SX-9/A(ECO)）

実行ユーザ数: 2

CPU 時間 v_deb: 0.00 hours, v_cpu: 0.00 hours, v_8cpu: 0.00 hours, v_16cpu: 0.00 hours, 計: 0.00 hours