

統計的機械学習の応用研究

松井 知子 モデリング研究系 教授

【概要】

本研究室では統計的学習機械を用いて、音声/音楽/画像/SNSなどを処理する方法について研究しています。具体的にはカーネルマシン、ブースティング、協調フィルタリング、深層学習の手法を用いて、

1. 音声・話者認識
2. 音楽情報処理
3. 画像識別
4. SNS解析
5. 都市インテリジェンス
6. 新型コロナウイルス感染症関連データの解析 など

の研究課題に取り組んでいます。



本研究室では統計的機械学習とその応用研究に興味のある学生さんを募集しています！

【統計的機械学習】

- 統計科学を用いて、
 - データから、内在する数学的な構造を発見する。
 - その数学的な構造に基づいて、予測や判断などの情報処理を行う。
- 帰納的アプローチ
 - v.s.
- 自然科学でよく見られる演繹的アプローチ
 - 仮説をたて、推論し、実験的または理論的に検証する。
- カーネルマシン
 - 自動的な特徴(モデル)選択機構を含む。
 - 非線形の扱いに優れている。
 - サポートベクターマシン(SVM)、罰金付ロジスティック回帰マシン
- いろいろな確率モデルによる方法
 - 混合ガウス分布モデル
 - 隠れマルコフモデル
- ガウス過程状態空間モデル
- 深層学習 など

【DICEモデルを用いたCOVID-19の気候と経済への影響に関する一考察】

DICEモデル

- Prof. William D. Nordhaus (Yale大, US) が30年近く前に開発
- Dynamic Integrated Climate-Economy: DICE
 - ◆ソフト公開 (GAMS, Excel) : DICE2016, DICE2013
 - <https://sites.google.com/site/williamdnordhaus/dice-ric>
- 統合評価モデル (Integrated Assessment Model; IAM) の一つ
- 気候変動対策を示すものではない
- 気候変動の課題に関する思考の枠組みを提供

統合評価モデル IAM

- IAMコンソーシアム (IAMC) 2007~
 - ◆気候変動に関する政府間パネル (IPCC) からの要請で、気候変動の研究者らが採用できる**新シナリオを開発**
 - ◆**複数の研究分野の知見を統合**して、地球温暖化の政策等を評価するためのモデルを提供
- Nordhaus先生の2018年ノーベル経済学受賞により、IAMの研究分野が広く認識される
- IAMの研究成果の例
 - ◆2015年パリ協定 (2019.12時点 195カ国とEUが締結)
 - 「気温上昇を2℃より低い水準に抑え、1.5℃に抑える努力をする」
- IAMによる解析「1.5℃達成のためには2050年頃に、2℃達成のためには2075年頃に、世界全体のCO2排出量をゼロにし、それ以降負にする」

2016年度版DICEモデル

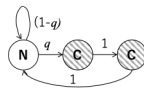
- 5年単位の時間により発展するモデル
- 時間tの状態を26種類の方程式と28種類の変数で記述
 - ◆投資や資本 (K) などに関する経済モデル
 - ◆大気中の温度 (TATM)、 深海の温度 (TOCEAN) に関する二つのグローバルな気候モデル
 - ◆温室効果ガスの蓄積と放射強制力との関係を表すモデルなど
- DICE期間: t=100, 500年先まで予測
- 目的関数: 社会効用関数
 - ◆一人当たりの消費に世界人口を加重して計算する効用をDICE期間にわたり割引率をかけて合計したもの
- 割引率: 社会的割引率
 - ◆社会的事業に費やされた資金の価値計算に使用される割引率
 - ◆現在価値に変換するために将来発生が予想される便益と費用に適用される金利
 - ◆リスクが高い状況では、高い社会的割引率が適用される (C. Gollier, 2004)

DICEモデルの変数 (一部) とその説明	
MIU(t)	CO2排出抑制率
S(t)	総貯蓄率
K(t)	資本金 (2005年のT米ドル)
MAT(t)	大気中の炭素濃度 (1750年からの増加 GtC)
MU(t)	浅海での炭素濃度 (1750年からの増加 GtC)
ML(t)	深海での炭素濃度 (1750年からの増加 GtC)
TATM(t)	大気中の温度 (1900年からの増加 °C)
TOCEAN(t)	深海の温度 (1900年からの増加 °C)
CPPRICE(t)	炭素価格 (CO2 1tあたりの2005年米ドル)
シナリオの変数とその説明	
GDPDR (t)	COVID-19によるGDPの低下率
SDR(t)	社会的割引率
CSTATE(t)	COVID-19のようなパンデミックの発生率

シナリオ設計

- COVID-19によりGDPは20%減少し、回復に10年間 (t=2) かかる。
- COVID-19により社会的割引率 SDRが1.5%から2.5%に高くなり、それが10年間続き、その後は1.5%に戻る。
- COVID-19のような事態は、今後も100年 (t=20) に1回の頻度で起こりうる。

・確率的なジャンプ過程の導入



2020年第2四半期の実質国内総生産 (GDP) :
 ・米国: 年率31.4%減少
 ・日本: 年率27.8% (見込み) 減少

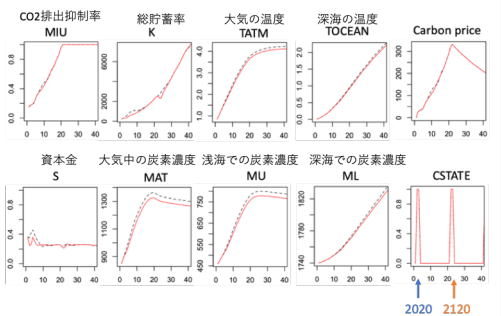
まとめ

- DICEモデルに通常状態から COVID-19 発生状態への確率的なジャンプ過程を導入
- COVID-19による一時的な GDP 減少、社会的割引率上昇、総要素生産性減少のシナリオについて、200年後までシミュレーション
 - 一時的な GDP 減少については適応でき、気候や経済への影響が少ない可能性がある
 - 一時的な社会的割引率上昇についてはGDP減少よりは気候や経済に影響を受ける可能性がある
 - 一時的な総要素生産性減少については気候や経済に影響を受ける可能性がある

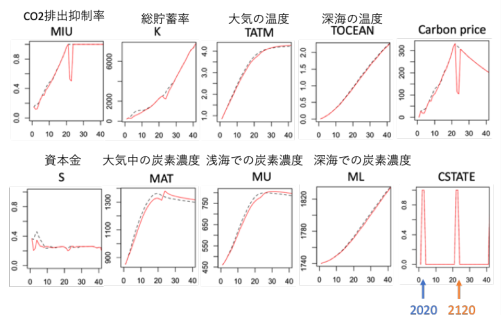
今後の課題

- いろいろなシナリオの設定と分析
- DICEモデルからRICEモデルへ

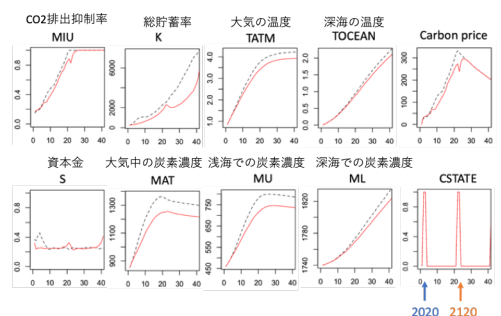
シナリオ A+C: GDP 20%減



シナリオ A+B+C: GDP 20%減 + SDR 1.5% → 2.5%



追加シナリオ: 総要素生産性 20%減



共同研究者:
 Pavel V. Shevchenko (Macquarie University)
 村上 大輔 (統計数理研究所)
 Tor Andre Myrvoll (NTNU)