**Technical Manual for Land Use Allocation model**

April, 2015

NIES

Table of Contents

[1. はじめに - 3 -](#_Toc417564220)

[2. 土地利用分配モデルについて - 3 -](#_Toc417564221)

[2.1 土地利用分配モデルの概要 - 3 -](#_Toc417564222)

[2.2 基本的な考え方 - 3 -](#_Toc417564223)

[2.3 定式化 - 3 -](#_Toc417564224)

[2.4 パラメータの推定 - 4 -](#_Toc417564225)

[2.5 用いるデータ - 6 -](#_Toc417564226)

[2.6 記号一覧 - 6 -](#_Toc417564227)

[3. Reference - 7 -](#_Toc417564228)

この資料は、土地利用分配モデルについて記したものである。本モデルはMeiyappan *et al.* (2014)を基に改良を加えたモデルである。

# はじめに

# 土地利用分配モデルについて

## 土地利用分配モデルの概要

## 基本的な考え方

* 本モデルでは、土地所有者が経済合理性に基づき、各セルでの生産により得られる収益を最大化（費用最小化）するような土地利用の分配を決定する。ここで、収益を売上－費用と定義する。
* 農畜林産財を生産に要する土地の需要を外生的に与える。モデル内では、その需要を満たす土地利用の分布を探索する。
* 世界を17（もしくは106）に区分された国・地域ごとに最適化問題を解く。本モデル内では地域を越えたやり取りは考えない。
* 地理情報はすべて0.5°×0.5°のセルとして、各セルでの生産性（単位面積当たりの生産量）は、生物物理的条件を考慮して算定される。
* 逐次モデルである。毎年の土地利用面積の結果を翌年に渡す。
* セル内の時間変化に伴う土地利用変化は、気候条件や土地利用改変に伴う費用などにより制御されるとする。この障壁を時系列方向の土地利用変化に慣性をもたせることによって表す。
* 隣接するセルは、気候条件などにより類似する土地利用をとる傾向があると考えられる。空間方向の土地利用変化に慣性をもたせることで、これを表す。

## 定式化

費用と同一セルの前年の土地利用からの変化分、隣接するセルの土地利用からの変化分の、全セルについて総和を最小化する。

→Min. (EQOBJ(*t*))

セル*g*、土地利用*l*のt’年からt年(t’<t)への変化に対して、重み*al,g*により慣性を与える。さらに、セル*g*の土地利用と隣接するセルg’の土地利用の差分に対する重み*b*によりセル*g*の土地利用の変化と*g’* の変化に対し慣性を与える。

 (EQPRF(*l,g,t*))

セル内の各土地利用の面積のシェアが負値をとらないという制約条件を課す。

 (EQYLO(*l,g,t*))

セル内の各土地利用の面積がセルの面積を超えないという制約条件を課す。

 (EQGA(*g,t*))

各土地利用の合計面積が需要*LDMt,l*（外生）を満たすという制約条件を貸す

 (EQLDM(*l,t*))

## 

## パラメータの推定

1. 

はセルg,g’が隣接するかどうかを表す行列である。





図1 セル番号と隣接するセルのイメージ

これは次のように算定できる。

 (WG(*g,g’*))

ここで、MIJi,j,i’,j’はセル(i,j)とセル(i’,j’)との関係を表し、隣接する場合は１、隣接しない場合は0とする。

 (MIJ(*i,ji’,j’*))

さらに、MGIJ(g,i,j)は、通し番号*g*と*,*縦方向の位置*i,*横方向の位置*j*の関係を表す行列で、次のように表す。

 (MGIJ(g,*i,j*))

1. 

重みは単位面積当たりの調整費用の収益に対する比を用いて下記のように表せる。

 (A(*l,g*))

パラメータaは2.4.(6)で推定する。

1. 

純利益（0～1）は収益から費用を差し引いて求める。



はセルgと地域rとの

パラメータは2.4.(6)で推定する。

1. 

はロジット関数で表す。



パラメータは2.4.(6)で推定する。

1. パラメータの推定（未完）

基準年のデータを用いて、最小二乗法により誤差最小化でパラメータを推定する。



推定したパラメータを用いて、将来の推計を行う。

非線形計画問題（NLP）で解く。

## 計算ステップ

* ２ステップの計算を行う
* ステップ１では、森林・牧草地・作物３種（イネ、C3草本、C4草本）について計算し、ステップ２でC3草本、C4草本をそれぞれ作物種に分類する。

## 用いるデータ

1. 作物収量マップ

* イネ, C3, C4作物について
* 作物別収量

1. エネルギー作物収量マップ: C4作物の収量マップ用いる
2. 牧草地マップ：ISIMIPデータを用いる予定
3. 森林マップ：伊藤さんから提供？
4. 森林保護区
5. 土地重要量：CGEモデルの出力

## 記号一覧

サフィックス

g: セル番号。全セルに１から順にふられた通し番号。

i: マップ上での各セルの縦方向の位置を表す番号　（i = 1～360）

j: マップ上での各セルの横方向の位置を表す番号　（j = 1～720）

t: 年次

l: 土地利用区分

表　土地利用区分の対応表



記号

: グリッドサイズ[°]　(=0.5)

: セル*g*, 土地利用区分*l*の規模の拡大に対する収穫逓減率（0～1）（=）

: *t*年,セル*g*, 土地利用区分*l*の単位面積あたりの純利益（0～1）

:セル*g*, 土地利用区分*l*の単位面積当たりの調整費用

: ル*g*, 土地利用区分*l*の生産性・収益

: *t*年, セル*g*, 土地利用区分*l*の目的変数

: *t*年, セル*g*, 土地利用区分*l*の面積割合　（0～1）

: *t*年,土地利用区分*l*の土地の需要（外生変数）

: パラメータ

b: パラメータ

: パラメータ

: パラメータ

# Reference

Meiyappan P, Dalton M, O’Neill B C and Jain A K 2014 Spatial modeling of agricultural land use change at global scale *Ecological Modelling* 291, 0, 152-74.