

Title	モンゴルにおける気候変動早期適応のためのマルチエージェントシステムの開発と実験
Sub Title	Development of a multi-agent system for early adaptation to climate change in Mongolia
Author	巖, 網林(Yan, Wanglin) 丹治, 三則(Tanji, Kazunori) 渡邊, 正孝(Watanabe, Masataka)
Publisher	
Publication year	2016
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2015. )
JaLC DOI	
Abstract	<p>本研究は牧草・気象データベースであるGLEWS(Global Livestock Early Warning System)をベースに, ソムレベルの空間データベースと地理的加重回帰モデルを構築して家畜の大量死を分析した。モンゴル高原における家畜の大量死は慢性的な過放牧を起因とする社会的現象であり, 異常気象の影響は主要因ではないことを結論づけた。この知見を踏まえて, 住民による早期適応を支援するために気象予報・牧草分布の情報をSMSベースのツールを開発し, 定期的に遊牧民の携帯電話に配信し, システムの有効性が確認された。この成果をベースにマルチエージェントによる家畜管理と肉流通システムを提案した。</p> <p>This study aims to 1) clarify main factors on extreme events on livestock loss in Mongolia named dzud, 2) develop a system to provide its information to local herders, 3) verify its role of the system through implementation of the mobile-phone based information providing system on herders society, and 4) consideration of economic-sustainable pastoral system to connect between herders society and capital city through multi-agent based system. The results of 1) concluded that massive livestock losses at major dzud areas in Mongolia were not the climate-driven but overgrazing-driven social-phenomena. This study developed a SMS based information system in Mongolia, which successfully implemented to deliver weather and forage information weekly. The system efficiently supported the decisions of herders in seasonal migration and fodder preparation for severe weather conditions. Based on the result we proposed a multi-agent based livestock management and meat distribution system for Mongolia.</p>
Notes	研究種目 : 基盤研究(B)(一般) 研究期間 : 2012 ~ 2015 課題番号 : 24310034 研究分野 : 地理情報科学
Genre	Research Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_24310034seika">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_24310034seika</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：32612

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24310034

研究課題名(和文) モンゴルにおける気候変動早期適応のためのマルチエージェントシステムの開発と実験

研究課題名(英文) Development of a Multi-Agent System for Early Adaptation to Climate Change in Mongolia

研究代表者

巖 網林 (YAN, Wanglin)

慶應義塾大学・環境情報学部・教授

研究者番号：10255573

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は牧草・気象データベースであるGLEWS (Global Livestock Early Warning System) をベースに、ソムレベルの空間データベースと地理的加重回帰モデルを構築して家畜の大量死を分析した。モンゴル高原における家畜の大量死は慢性的な過放牧を起因とする社会的現象であり、異常気象の影響は主要因ではないことを結論づけた。この知見を踏まえて、住民による早期適応を支援するために気象予報・牧草分布の情報をSMSベースのツールを開発し、定期的に遊牧民の携帯電話に配信し、システムの有効性が確認された。この成果をベースにマルチエージェントによる家畜管理と肉流通システムを提案した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to 1) clarify main factors on extreme events on livestock loss in Mongolia named dzud, 2) develop a system to provide its information to local herders, 3) verify its role of the system through implementation of the mobile-phone based information providing system on herders society, and 4) consideration of economic-sustainable pastoral system to connect between herders society and capital city through multi-agent based system. The results of 1) concluded that massive livestock losses at major dzud areas in Mongolia were not the climate-driven but overgrazing-driven social-phenomena. This study developed a SMS based information system in Mongolia, which successfully implemented to deliver weather and forage information weekly. The system efficiently supported the decisions of herders in seasonal migration and fodder preparation for severe weather conditions. Based on the result we proposed a multi-agent based livestock management and meat distribution system for Mongolia.

研究分野：地理情報科学

キーワード：気候変動 ゾド 早期適応 モンゴル 地理加重モデリング GLEWS

### 1. 研究開始当初の背景

モンゴルは気候変動に強く影響される国として国際的関心が高い。国土の7割は放牧地域によって占められている。気候変動によって大雪害 (White Dzud) や干ばつによる大規模な飢餓 (Black Dzud) が頻発し、数百万頭の規模で家畜が大量に死亡する被害が報告されている。一方、1991年以降経済が自由化され、それに伴って遊牧文化にも異変が起きている。放牧家畜の頭数が急増し、草原全体に圧力が高まっている。また遊牧民が交通の便利な道路沿いや都市近辺を好み、局所的な過放牧によって草原の劣化が進行している。気候変動がさらに進行するとみられる中、草原ならびに地域社会はより深刻な被害に見舞われると懸念されている。このような災厄のシナリオを回避し、遊牧民の被害を抑えるために、モンゴル国政府、研究機関、国際チームとともに早期適応策を検討している。モンゴルと日本は1990年以降友好な関係が築かれており、この問題に対して多数の研究者がアプローチしてきたが、直接政策現場に反映されたものが少なく、過去20年間に全国の家畜保有頭数はほぼ倍増し、ゾドによって2010年にはモンゴル全家畜保有数の4分の1以上を失った。研究当初では環境容量を推定し、家庭と町村(ソム)に放牧上限(CAP)を設定し、政策の担い手である末端行政、ソム(町村)レベルにダウンスケールして活動主体である遊牧民に届けるかは、気候変動適応策に関する研究においても最大の課題として位置づけられていた。

### 2. 研究の目的

本研究はゾドによる死亡数を決定する要因やその地理的な特徴など、そのメカニズムを明らかにし、死亡数を抑えるための情報を遊牧民に送付してゾド被害を抑えるためのシステムを構築し、社会実験してシステムの有用性を検証することを目的とする。これを実現するために、本研究では研究期間内に以下の4つの課題について研究を遂行した。

分散されている畜産と草原に関する各種のデータを一体的に管理し、放牧管理の実務に耐えうるジオデータベースを構築する。

ゾドによるメカニズムを分析し、死亡数を決定する要因を明らかにする。

遊牧民に普及している携帯電話に着目し、分析結果によって明らかにされたゾドによる被害を回避するための情報を遊牧民やソム行政に提供するシステムを開発する。

開発したシステムを社会実装し、携帯電話による遊牧民への情報送信の結果を受け、遊牧民がゾド適応に向けて行動した内容を調査し、システムの有用性を明らかにする。

### 3. 研究の方法

本研究はデータベースの構築を基盤として、ゾドのモデル解析、と家庭の携帯電話を

用いたシステム構築・実験によって構成される。モデル解析およびシステム構築に使用するデータベースには土地・環境情報、社会情報、気象情報などのデータと、携帯電話によるモニタリングの機能モジュールが含まれる。研究方法としては、まず既存各種のデータをフォーマット、時期、精度などから整理し、ジオデータベースにて一体的に管理する。

これらの土地・環境情報、社会情報と気象情報をもとにゾドによる家畜の死亡数モデルを構築し、地域別に度合いの異なる死亡数の要因を分析する。分析結果をもとに対象地域を複数に絞り、遊牧民に結果を伝えつつ、ゾドを回避するための情報提供の需要をヒアリングする。ヒアリング結果を元に携帯電話での情報提供・共有システムを構築し、牧草の分布や気象予報、遊牧民の返信などを遊牧民に週単位で送付する。遊牧民はこの情報を受けて、自律的エージェントとして、早期売却か次の放牧地へ移動するかを検討し、移動結果は社会調査してシステムの効果を評価する。このプロセスは繰り返して実行される。これは大量の家畜を保有している現実を一気に解消することではなく、段階的に適正な放牧規模と適切な放牧地を遊牧民が選択するための戦略であり、情報システムがあってできることである。

### 4. 研究成果

#### (1) 時空間データベースの構築

##### データ収集の仕組みとデータベース構築方法

データ収集の仕組みについては既存の各データベースや遊牧民の携帯電話からの返信を自動的にデータ収集する仕組みを構築した。収集したデータは社会統計データとしてモンゴル統計局の統計情報サービス (<http://www.1212.mn/en/>)、モンゴル全国803点の草原・気象観測データとしてTexas A&M UniversityのGlobal Early Warning System (GLEWS, <http://glews.tamu.edu/Mongolia/>)、気象予報データとしてノルウェー気象研究所の週間天気予報値 (<http://yr.no>) を収集し、地理情報(GIS)として行政区界等を旧モンゴル国家発展研究所(NDI)より、道路インフラ等をWWF Mongolia (<http://gis.wwf.mn>)より収集した。この際、草原・気象観測データは遊牧民の携帯電話に送付することを念頭に、Perl言語を用いて一週間に一度自動収集する仕組みを構築した。

社会統計および草原・気象観測データの位置と地理情報(GIS)データをリンクし、多様な空間的位置や行政区における社会・草原・気象データを取得するために、空間データベースであるPostGISを使用して結合する手法を用いた。

##### データベースの構築

データベースは PostgreSQL の空間データベースライブラリである PostGIS を使用して構築した。空間的な位置関係を全てのデータに紐づけるために、全テーブルに対してソム（郡）およびアイマク（県）の行政区名を地名として入力した。空間的な位置座標が把握できているデータの地名の入力については ESRI 社の ArcGIS Desktop: Release 10.2.2 の空間結合機能を用いて自動的に入力した。

### データベースの応用

これらの土地情報、社会情報と気象情報をもとに社会・生態的側面からゾドによる死亡数の要因を解析できる。解析結果から現在の草原や気象の状態といった情報を遊牧民に送信し、遊牧民同士でコミュニケーションするツールを加えることで放牧可能な土地の情報を判断することができる。遊牧民はこの情報を受けて、次の放牧地の移動場所や時期を検討できる。このプロセスは繰り返して実行し、遊牧民は限られた情報源からコミュニケーションをとりつつ段階的に適正放牧規模を検討し、判断をとることができる。

### (2) GWR によるゾド影響の空間解析

#### ゾドの現状と背景

モンゴルではゾド (dzud) と古くから呼ばれる家畜の大量死によって、牧畜経済が甚大な影響を受けている。伝統的には干ばつや厳冬などの異常気象が起因であるとのイメージが先行しているが、社会学的な手法で局所スケール (ソムやコミュニティレベル) を捉えた研究では非常に本質的な分析結果が得られており、気象条件、放牧状況、植生や土壌条件など、近年の研究ではゾドは物理的かつ社会的な複合的現象であるということが指摘されている。このような要因を一般化して分析することを目的とした既往研究では、このような要因が空間的な条件でより大きな影響を及ぼす可能性を指摘しているが、その後の進展はない。このような空間的な違いを考慮して解析する手法の一つに地理的加重回帰モデルという、既存の回帰分析の係数を空間的な重みを推定して分析する手法が挙げられるが、ソムレベルの統計データや植物データがモンゴルではこれまで欠如していた。Texas A&M University の GLEWS データベースやモンゴルの国家発展研究所、統計局が GIS 情報などを整備し始め、このような空間解析が可能になった。

そこで、地理的加重回帰モデルを用いて 1999 年以降におきた 4 回の主なゾド (1999~2002 年、2009~2010 年) における死亡数とその要因の時空間パターンを分析した。

#### GWR によるゾド影響の解析方法

既往研究より、ゾドの主な要因として小家畜 (ヤギ・ヒツジ) の頭数、夏季・冬季の牧

草量、干し草の配布状況、家畜の増減率、異常気象の度合いが挙げられる。構築したデータベースからこれらの要因を定量的に変数化したソムごとのテーブルを用意し、地理的加重回帰分析を行った。

地理的回帰分析はまず一般線形回帰分析を行い、統計的に有意な変数をそれぞれのモデル (1999-2000 年、2000-2001 年、2001-2002 年、2009-2010 年の各ゾド被害量モデル) で選択する。その後、選択された変数を用いて地理的加重回帰モデルを構築し、各変数の推定された空間的な係数を考察する。

### 結論

分析の結果、これらの変数を用いた地理的加重回帰モデルによって誤差が小さく、説明力の高いゾド被害量モデルを構築した。そのため、変数の係数は空間的に自己相関をもつことが示された。また小家畜頭数の変数は係数に時系列的にも空間的な自己相関があることあり、一定の空間範囲で小家畜頭数がゾド被害量に影響を強く及ぼすエリアが年々移り変わっていく様子が明らかにされた。

また、分析における変数選択の結果、主な要因は過放牧であり、異常気象は主要因でないことを示した。これらの知見は、国際援助組織や行政による牧草配布や植林費用の援助など一時的な施策ではなく、習慣的に過放牧を防ぐ根本的な対策が必要であることを示した。

### (3) SMS による遊牧民向け情報送信システムの構築

#### 需要調査

これまでの分析結果より、過放牧を防ぐために牧草の分布情報を提供し、遊牧地の持続的な利用をすることが最も重要であることがわかった。そこで、このような情報を遊牧民に提供することで伝統的な季節移動の経路を変更できる可能性を検討する上で、提供する情報の需要を調査することがまず重要である。そこで、モンゴルの飼料保存の習慣バイオマス量によって大きく異なる景観区分で代表的な 12 のソムを各アイマクから選定し遊牧民を対象にしたインタビューを行った。その結果、ゾド被害回避のための情報提供自体に高い需要が示された。また、ゾド回避に向けた情報として週間天気予報、牧草の分布、市場ごとの牧畜卸売り価格、積雪エリア、その他の遊牧民の状況といった 5 つの種類の情報が強い需要があることを示した。

#### システムの構築

需要調査の結果をふまえ、現在取得可能なデータを検討した結果、週間天気予報、牧草の分布、その他の遊牧民の分布に関する情報を提供することができることを判断した。

ソムレベルの週間天気予報はモンゴル気象水文研究所 (IRIMHE)、meteoblue (バーゼ

ル大学)、World Weather Online (NOAA GFS2 モデル)、MirBig.net (MirBig.net LLC.)、yr.no (ノルウェー気象研究所) が情報ソースの候補として列挙された。モンゴル国家発展研究所 (NDI) の協力のもと、ソムレベルでの週間気象予報の精度が最も高い yr.no を採用した。牧草の分布は (1) で整備したデータベースより、Texas A&M University の GLEWS データを採用した。その他の遊牧民の分布については、遊牧民からの返信を共有する仕組みを検討した。

収集したデータは日本のサーバからモンゴル携帯電話会社である Mobicom 社のメールサーバへ週間的に送付され、Telemarketing System と呼ばれる仕組みで対象ソムの電波エリアにいる全員へ送付される。このシステムを通じてメッセージを受信した遊牧民は返信をすることができ、日本のサーバで返信を収集することができる。

#### インターフェイスの構築

SMS には 160 文字以上のテキストを送付できない、画像を送付することができないという主に 2 つの制限があるため、次のようなインターフェイスを構築した。メッセージは主に 3 つに分け、1 通目は日付ごとの天気、最低最高気温、風速、降水量とし、2 通目は観測地点ごとの現存牧草量と 20 年間の当日の平均牧草量、3 通目は遊牧民からの返信とした。牧草量の分布に用いる観測地点名について、モンゴル国家発展研究所の協力のもと、現地の地名を利用した。

#### (4) システムの社会実験と効果の検証

##### ワークショップ

まず、システムの目的や仕組みに関する説明会、遊牧民の携帯電話への技術的な SMS 送信 / 受信試験の目的で、Gobi-Altai アイマグ Biger ソムを対象に 2013 年 8 月に第一回ワークショップを行った。また、技術的な課題や需要の確認調査を含め、2014 年 8 月に第二回ワークショップを実施した。第一回ワークショップでは 74 人が参加し、うち 3 割が政府関係者であった。第二回目は 26 人が参加し、うち 7 割が政府関係者であった。

第一回目のワークショップでは天気予報や送信システムの技術への関心が高かったが、第二回目のワークショップでは牧草の分布情報に関心が高い結果となった。また、第二回目のワークショップでは一年を通じた意見として、政府関係者からは牧草の分布情報がモンゴル気象水文研究所のモニタリング情報と異なるという意見や空間解像度の低さに対する不満が出た一方、遊牧民は牧草の分布情報は空間的な相対差は整合しており、空間解像度は日常生活で適切であり、これ以上情報量が多いと混乱するといった、相対する意見が顕著となった。

#### システムによる効果の検証

Gobi-Altai アイマグ Biger ソムにおける社会実験の効果測定として、アンケート、電話インタビュー、対面インタビューを実施し、既存システムの機能性及び社会効果を測定した。これらの社会調査の結果、携帯端末に送付される情報を元に実際に遊牧ルートを変更した遊牧民が 39% (N=156)、牧草準備の適切な場所を判断して越冬準備した遊牧民が 25%、普段コミュニケーションをとることのない人と情報共有した遊牧民が 84% といったゾド適応に向けた行動変化が多く報告され、本策の有効性を実証した。

#### システムの現地移行

定常サービスのためのサーバ構築・携帯電話対応機能の改善として、モンゴル国立発展研究所と提携し、研究所にてサーバを構築し、本事業が行ってきたサービスを現地機関へ移行する計画であったが、モンゴル国立発展研究所が急遽統廃合されるなどの動きがあり、断念した。

また、モンゴルの他地域への社会実験の拡大として、現地気象サービス機関と提携して、携帯による情報送信サービスを他の地域に広げた。拡大に先立ち、Mercy Corp モンゴル支部とモンゴル国立発展研究所の協力のもとモンゴル全域にかかる 69 ソムを対象としたワークショップを実施した結果、92% (N=168) の意思決定に係る参加者が自分の地域での導入に前向きであることが明らかになった。そのうち実験が可能な対象地域を上記 2 機関と検討した結果、Arkhangai、Bayankhongor、Bayan-Ulgii、Dundgobi、Gobi-Altai、Hovd、Ovorkhangai、Sukhbaatar、Uvs、Zavkhan Aimag から一つずつ計 10 のソムを対象に、Mercy Corp モンゴル支部の協力の元システムを実装した。計画当初では社会効果を評価する予定であったが、上記の国立機関の統廃合などによって実装プロセスが長引いたため、社会調査を実施することができなかった。

#### (5) 今後の展望

ゾドの影響を回避するための方策として、過放牧を防いで草原を持続的に利用する方法が重要であることをモデル解析より明らかにし、携帯電話を用いて牧草の分布情報を提供することで有効に季節移動エリアを変更することが示された。しかし一方で、遊牧民の遊牧プロセスには食肉の売却が必須であり、遊牧民の意識も高いことも本研究の調査で上述のように明らかにされている。

この食肉プロセスには次の 3 つの問題点が挙げられる。1 つ目は地方における市場経済の仕組みが構築されていないこと、2 つ目は食肉のプロセスやサプライチェーンのインフラが整っていないこと、3 つ目は政府レベルの食料安保に関する政策が整備されてい

ないことである。これらの現状を整理し、解決策を検討するために、食肉サプライチェーンを4つのモデルから検討した。

モデルAはソムやアイマグといった狭い地域での物々交換である。モデルBは卸売業者や食肉買い付け仲介業者による非公式な取引モデルであり、今日の主な食肉サプライチェーンのプロセスとなっている。モデルCは富裕層の遊牧民と屠殺場の取引プロセスであり、公なビジネスモデルである。しかし、これら3つのモデルには、ソム、アイマグ、そして遊牧民といった地域の主体が欠如しており、そのため彼らの牧草地の管理や地域経済の発展、文化の維持といった基盤となる役割が消えてしまっているという問題点が挙げられる。多くのソムやアイマグでは家畜が全ての基盤となる資源であり、全てを繋いで活性化するための鍵として位置づけられる。そこで、本研究では第4のモデルD、エージェントベースのネットワークを検討した。エージェントとは自立的に行動する動作主体であり、様々な環境条件から動作が制御づけられる、あるいはエージェント同士で影響し合うことがあり得る。モデルDにおけるエージェントは遊牧民、家畜の仲介取引業者、企業、ソム/アイマグ行政、卸売業者、小売業者、消費者である。エージェントは遊牧民から家畜を買い付け、食肉化して冷凍貯蔵庫に保存し、市場へ肉製品を提供する。

エージェントは知的能力と物理的な能力を有すると定義づける。知的能力は環境の変化に対するエージェントの注意喚起力と定義する。物理的な行動能力はエージェントのもつ冷凍貯蔵庫の容量や、家畜、保存飼料の保有量の3つの収容力のことである。複数のエージェントは自律的に行動し、この3つの収容力の状況に応じて次のように相互作用する。

リスク負担に関して、このモデルDは長期的にも短期的にも社会経済的、環境経済的な目標を統合できている。短期的には、遊牧民の食肉の収集の効率化、保存された食肉の都市住民への確保がネットワークの優先事項となる。長期的には効率化されてくるため、広域の都市住民と地域住民の両方が含まれてくるので、仲介業者を減らして直接遊牧民が貯蔵施設を利用して都市部へ食肉を提供するようになる。したがって、このような貯蔵システム、適正な管理が実施されることで、地方と都市をつなぐための食肉のインフラが整備され、遊牧民に適切な市場メカニズムの経済利益を還元することができるようになり、持続的な食肉サプライチェーンをモンゴルで構築することができるようになる。

モデルDを現実のものにするためにはソムレベルにおいて家畜情報の管理、動物検疫システムの再建が不可欠で、モンゴルにおける社会課題として取り組んでいかなければならない。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

- 1) 大場 章弘, 巖 網林. 景観生態区分による村落レベルの牧草生産力の評価. 沙漠研究. Vol.24(2), pp.285-294, 2014. (査読あり)

〔学会発表〕(計 17 件)

- 1) B. Suvdantssetseg, A. Oba, W. Yan. (2015) Early Warning System for Pastoral Herders to Reduce Disaster Risk by Using a Mobile SMS Service. Proceedings of Building Resilience of Mongolian Rangelands: A Trans-disciplinary Research Conference, Ulaanbaatar Mongolia, June 9-10, 2015, pp.185-189, 2015.
- 2) Yan W., A. Oba and B. Suvdantssetseg (2015) Planning an Agent-Based Network for Livestock Production and Meat Distribution in Mongolia. Proceedings of Building Resilience of Mongolian Rangelands: A Trans-disciplinary Research Conference, Ulaanbaatar Mongolia, June 9-10, 2015, pp.199-205, 2015.
- 3) Balt SUVDANTSETSEG, Akihiro OBA, Wanglin YAN (2014) Climate change adaptation system development with Science, policy and community interfaces for pastoral resilience. EI Symposium IV. Yokohama, 15 Jan., 2014.
- 4) Akihiro OBA, Wanglin Yan, Balt SUVDANTSETSEG Masataka WATANABE, Chuluun TOGTOKH (2013) Development of Early Adaptation Systems for Local Communities. 6th International Workshop on Remote Sensing and Environmental Innovations. pp.36, Ulaanbaatar, 10 June, 2013.
- 5) Akihiro OBA, Wanglin YAN, Balt SUVDANTSETSEG Masataka WATANABE, Chuluun TOGTOKH (2013) Development of a System for Early Adaptation to Climate Change in Mongolia. The 14th Conference of the International Association for the Study of the Commons. pp.71, Fujiyoshida, 4 June, 2013.
- 6) Akihiro Oba, Wanglin Yan, Balt Suvdantssetseg, Masataka Watanabe, Togtokh Chuluun, Lkhamsuren Bolar-Erdane. Development of the System for Early Adaptation to Climate Change in Mongolia. AAG Annual Meeting. Los Angeles, 10 Apr., 2013.
- 7) Akihiro Oba, Wanglin Yan. Framework of Support Systems to Bridge the Gap between Policy and Practice for Early



- Adaptation to Extreme Weather in Mongolia. EI Symposium 2012. Yokohama, 17 Dec., 2012.
- 8) Akihiro Oba, Wanglin Yan, Masataka Watanabe, Chuluun Togtokh, Bolar-Erdene Lhaamaa. Design of Livestock Management Tool for Climate Change Risk in Mongolia. Congress of the International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS) 2012. Melbourne, 28 Aug., 2012. <<http://www.isprs2012.org/abstract/1080.asp>>
  - 9) Akihiro Oba, Wanglin Yan, Masataka Watanabe, Chuluun Togtokh, Bolar-Erdene Lhaamaa. (2012) Vulnerability of Socio-Ecological Systems Caused by Extreme Weather in Mongolia. Environment and Sustainable Development in Mongolian Plateau and Surrounding Regions 8th INTERNATIONAL CONFERENCE. Ulaanbaatar, 20 Aug., 2012.
  - 10) Akihiro Oba, Wanglin Yan. Modeling Grazing System in Bayan Sum of Tuv Aimag, Mongolia. ISAP2012 International Forum for Sustainable Asia and the Pacific. Yokohama, 24-25 July, 2012. <[http://www.iges.or.jp/en/news/event/isap2012/pdf/poster/6\\_oba.pdf](http://www.iges.or.jp/en/news/event/isap2012/pdf/poster/6_oba.pdf)>
  - 11) Akihiro Oba, Wanglin Yan. Development and Application of GIS for Post-Disaster Reconstruction. GeoInformatics 2012. Hongkong, 16 June, 2012. <[http://www.iseis.cuhk.edu.hk/GeoInformatics2012/Final\\_Program\\_20120613.pdf](http://www.iseis.cuhk.edu.hk/GeoInformatics2012/Final_Program_20120613.pdf)>
  - 12) Akihiro Oba, Wanglin Yan. Modeling carrying capacity by using SimSAGS in Bayan Sum of Tuv Aimag, Mongolia. The fourth Japan-China-Korea Grassland Conference. pp.84-85, Nagoya, 31 Mar., 2012.
  - 13) A. Oba, M. Watanabe, T. Chuluun, L. Bolorderene, W. Yan, E. Zorigt. Carrying capacity management for adaptation and sustainability of pastoral social-ecological systems in Mongolia. Planet Under Pressure 2012. London, 27 Mar., 2012. <<http://elsevier.conference-services.net/reports/template/onetextabstract.xml?xsl=template/onetextabstract.xsl&conferenceID=2808&abstractID=572992>>
  - 14) Akihiro Oba, Wanglin Yan. Investigation of the Method for Evaluating Vulnerability of Socio-Ecological Systems in the Sum Scale of Mongolia. 59th Annual Meeting of Ecological Society of Japan (ESJ59) and the 5th EAFES International Congress. Otsu, 21 Mar., 2012. <<http://www.esj.ne.jp/meeting/abst/59/H2-16.html>>
  - 15) 大場 章弘, 巖 網林. モンゴルにおける気候変動早期適応に向けた時空間データベースの構築. 環境情報科学, 40(4), pp.74, 2012 .
  - 16) 大場 章弘, 巖 網林 .気候変動早期適応に向けた脆弱性評価システムの開発. CSISDAYS 2012. 柏 , 2012 年 10 月 .<<http://www.csis.u-tokyo.ac.jp/csisdays2012/csisdays2012-ra-pdf/A04.pdf>>
  - 17) Akihiro Oba, Wanglin Yan. Design of Early Adaptation Actions for Climate Change in Mongolia. EI Symposium 2011. Tokyo, 17 Dec., 2011.
- 〔図書〕(計 1 件)
- 1) Wanglin Yan. (2015). Interfaces of Science and Policy for Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction. In P. Sawhney & M. A. Perkins (Eds.), *Emerging Climate Change Adaptation Issues in The Asia-Pacific Region* (pp. 138–162). Institute of Global Environmental Strategy (IGES).
- 6 . 研究組織
- (1)研究代表者  
巖 網林 (Yan Wanglin)  
慶應義塾大学・環境情報学部・教授  
研究者番号：10255573
  - (2)研究分担者  
丹治 三則 (Tanji Kazunori)  
慶應義塾大学・環境情報学部・講師  
研究者番号：90397711
  - (3)連携研究者  
渡邊 正孝 (Watanabe Masataka)  
慶應義塾大学・政策・メディア研究科・特任教授  
研究者番号：20132827