

戦略的創造研究推進事業  
(社会技術研究開発)  
平成27年度研究開発実施報告書

「科学技術イノベーション政策のための科学 研究開発プログラム」

研究開発プロジェクト

「環境政策に対する衛星観測の効果の  
定量的・客観的評価手法の検討」

笠井康子  
(情報通信研究機構、上席研究員)

## 目次

1. 研究開発プロジェクト .....	2
2. 研究開発実施の要約.....	2
2 - 1. 研究開発目標 .....	2
2 - 2. 実施項目 .....	3
2 - 3. 主な結果 .....	3
3. 研究開発実施の具体的内容 .....	4
3 - 1. 研究開発目標 .....	4
3 - 2. 実施方法・内容.....	4
(1) 実施項目. .... エラー! ブックマークが定義されていません。	
3 - 3. 研究開発結果・成果.....	8
3 - 4. 会議等の活動 .....	18
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況.....	19
5. 研究開発実施体制 .....	19
6. 研究開発実施者.....	22
7. 関与者との協働、研究開発成果の発表・発信、アウトリーチ活動など .....	23
7 - 1. 主催したイベント等.....	23
7 - 2. その他のアウトリーチ活動.....	23
7 - 3.新聞報道・投稿,受賞等.....	24
7 - 4.論文発表,口頭発表,特許.....	24
7 - 5.学会発表 .....	25
7 - 6.特許出願.....	26

## 1. 研究開発プロジェクト

プロジェクト「環境政策に対する衛星観測の効果の定量的・客観的評価手法の検討」  
Assessing the Impact of Satellite Earth Observation on Society and Policy

研究代表者：笠井 康子（情報通信研究機構 上席研究員）

研究開発期間：平成25年10月 ～ 平成28年9月（36ヵ月間）

参画機関：情報通信研究機構・地球環境戦略研究機構（IGES）・国立環境研究所・  
慶応大学・法政大学・（宇宙航空研究機構（JAXA））

## 2. 研究開発実施の要約

### 2 - 1. 研究開発目標

「政策のための衛星観測イノベーションサイクル」はFuture Earth実現のロードマップの中でひとつの鍵となり得る重要な課題である。本プロジェクトの先にある最終的な目標は「政策のための衛星観測イノベーションサイクルが回る」社会を作ることである。サイクル駆動を実現するためにはイノベーションサイクルを断絶させている政策に対する衛星観測の効果の評価→衛星観測へのフィードバック、「インテリジェンスデータ」→「戦略」の2カ所の「Death Valley（死の谷）」の連結が必要となる（図1）。

しかし、これまで衛星観測の効果に対して定性的な意見や雰囲気等は存在するものの、定量的評価は存在していない。それは、この評価が、多岐にわたる学際性を持ち、衛星観測技術及び政策という融合的研究領域性から成り立つということに起因する。研究分野が存在しないほぼ完全な新規開拓研究であり、定量的評価の実現は不可能だと思われてきたものである。本プロジェクトでは「衛星観測の効果の定量的な評価手法を新しく

開拓すること」を目指す。これが実現すれば、「政策のための衛星観測イノベーションサイクル」を駆動させるドライビングフォースとなり、真に政策のための衛星観測提案を実施すること、すなわちイノベーションサイクルを回し政策のための衛星観測の実現への道筋を世界で初めて示すことができる。

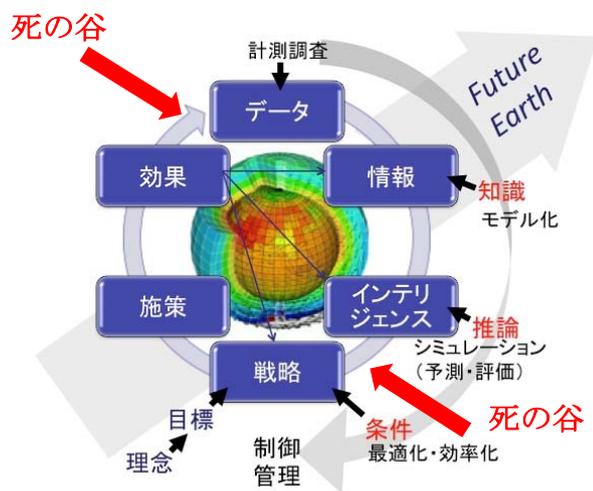


図1：φOIC Policy and Earth Observation Innovation cycle

## 2 - 2. 実施項目

- ① モントリオール議定書締結までの道筋と締結後における詳細の調査
- ② 先行研究調査に基づく、本プロジェクト目的達成のための方法論の検討
- ③ テキストマイニングを用いた政策と衛星観測の関連性の定量化

## 2 - 3. 主な結果

- ① モントリオール議定書締結までの道筋と締結後における詳細の調査

1974年のクロロフルオロカーボン（CFC）がオゾンを破壊し生態系に変動をもたらすという科学的知見の発表と、続く、1978年11月以降のオゾン層観測に適したTOMSセンサーの利用開始が国連UNEPでの議論の活性化やオゾン層破壊物質を含む米国のフロンガスの使用禁止法米国法制定につながる経過が見て取れた。また、モントリオール議定書採択以降の制度構築にも衛星画像の利用が有益である点は定性的には認められる。定量的にどの程度衛星画像が貢献したかを結論づけることは、平成26年度時点においてはできなかったが、2014年5月に開催されたオゾン研究管理者（Ozone Research Managers, ORM）の報告書がオゾン層保護のための地上観測と宇宙からの観測（space-based measurements of ozone）がオゾン層の回復のために有用な道具として成功しつつあると断言している。

- ② 先行研究調査に基づく、本プロジェクト目的達成のための方法論の検討

制度論として政策をとらえた場合、これを合意（条約）形成、実施・遵守、有効性検証のフェーズに分けた時にそれぞれのフェーズにおける衛星データの役割を明確化し、関連文書を抽出し、相関を分析することは可能である。衛星データが既に利用されている特定のケース（森林観測等）において、データ量の観点から、政策的な目的でどれほど利用されているかという定量化は可能である。ある特定衛星機器、又は観測が、査読科学論文にどれだけ出現するか、あるいは新聞等マスメディアにどれだけ出現するかという観点で分析することは可能である。

- ③ テキストマイニングを用いた政策と衛星観測の関連性の定量化

②でその重要性が示された ORM 報告書を政策の代表文書、国連環境計画（UNEP）のオゾン事務局に置かれた Scientific Assessment Panel（SAP）の報告書を衛星観測を含めた科学研究の代表文書とし、それぞれのテキストをビッグデータとして捉え、テキストマイニングの技術、特に引用文献を指標とする Citation Analysis を使って両者の関連性の定量化を試みた。なお、ORM 報告書は、2-2-2 のフェーズでは実施・遵守のトレーサーに相当する。両者の引用文献を比較した結果、ORM 報告書に引用されていた文献の内の 30%が SAP 報告書でも引用されており、少なくとも政策と衛星観測等の科学研究との間には何らかの関係性が存在することを示した。最終年度では、この結果を踏まえ、政策決定における衛星観測が持つ役割を明らかにし、その効果を定量的・客観的に評価する方法についての提案を行う。

### 3. 研究開発実施の具体的内容

#### 3 - 1. 研究開発目標

「政策のための衛星観測イノベーションサイクル」はFuture Earth実現のロードマップの中でひとつの鍵となり得る重要な課題である。本プロジェクトの先にある最終的な目標は「政策のための衛星観測イノベーションサイクルが回る」社会を作ることである。サイクル駆動を実現するためにはイノベーションサイクルを断絶させている政策に対する衛星観測の効果の評価→衛星観測へのフィードバック、「インテリジェンスデータ」→「戦略」の2カ所の「Death Valley（死の谷）」の連結が必要となる（図1）。

しかし、これまで衛星観測の効果に対して定性的な意見や雰囲気等は存在するものの、定量的評価は存在していない。それは、この評価が、多岐にわたる学際性を持ち、衛星観測技術及び政策という融合的研究領域性から成り立つということに起因する。研究分野が存在しないほぼ完全な新規開拓研究であり、定量的評価の実現は不可能だと思われてきたものである。本プロジェクトでは「衛星観測の効果の定量的な評価手法を新しく開拓すること」を目指す。これが実現すれば、「政策のための衛星観測イノベーションサイクル」を駆動させるドライビングフォースとなり、真に政策のための衛星観測提案を実施すること、すなわちイノベーションサイクルを回し政策のための衛星観測の実現への道筋を世界で初めて示すことができる。

#### 3 - 2. 実施方法・内容

[前年度までの進捗状況の概要]

##### ◆2013年度

2013年度は、研究の進め方の検討や具体化、体制強化などの準備を行い、1月初旬から本格的な研究開発を開始した。

##### ◆2014年度

以下の通り主に二つのPhaseに分類し、2014年度においてはそのうちの定量的評価のための研究（PhaseI）に主に取り組んだ。

Phase-I：衛星オゾン層破壊観測がモントリオール議定書締結と改善に及ぼした影響の定量的評価

Phase-II：従来の衛星観測の効果を定量的に評価することにより、死の谷を超えるための方法を含め、政策のための衛星観測イノベーションサイクルを回すための政策方針提案へ

##### ■Phase-I：衛星オゾン層破壊観測がモントリオール議定書締結と改善に及ぼした影響の定量的評価

地球環境施策に対する衛星観測の効果の評価は地球温暖化問題で試みられているが、定量的評価は様々なファクターが非線形にからむためにその道筋をつけるのが非常に困難である。我々はH25年度の検討の結果、過去の政策ではあるが科学観測が施策締結に対して成功した事例として「モントリオール議定書」に注目した。科学的な指摘か

ら問題が社会化し、議定書の早期締結が実現され、衛星画像が定性的には一定の効果を及ぼしたと思われる。また、その改訂のプロセスにも衛星観測が影響を及ぼしている可能性がある。定性的に効果が認められている成功した施策に対して「定量化」を実施することをPhase-Iとした。定量化の手段は以下の通りである。

1. モントリオール議定書において、図1に示す衛星観測→政策、政策→衛星観測の「Death Valley（死の谷）」をつなげた道筋の明示化（政策における衛星観測の効果分析／小野田）

図2に概念図を示す。

a. 先行研究の調査・収集と4種類の分析の比較検討

世界各国の類似先行研究の調査（欧州・米国ほか）を行い、各種衛星データ、科学技術情報等のデータを収集し、①法的手法（国際コントロール等）、②制度論的手法（管理主義、遵守論等）、③社会学的手法（ディスコース論等）、④経済学的手法（費用対効果分析等）の4つの評価手法の適応可能性を分析、評価手法を決定した。

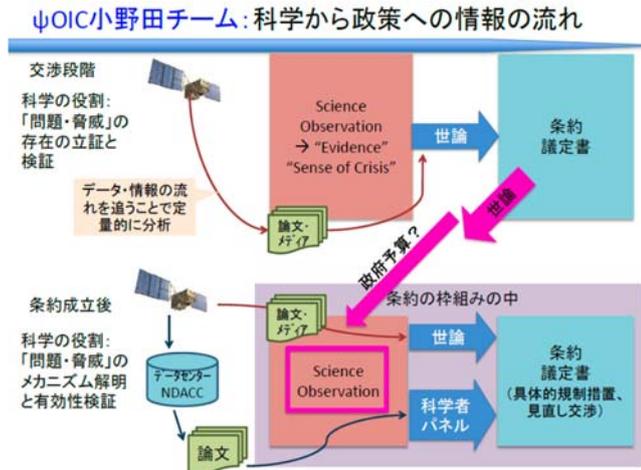


図2：科学から政策への流れのフロー

b. オゾン層保護の例の予備検討

オゾン層保護の事例を用いた初期的分析を施した。これにより、文書解析データを用いて定量的に衛星データの影響を見るという手法は、部分的には可能であるが、以下の制約があることが明らかになった。

- 解析の対象となりうる関連文書のサンプル数が豊富ではない
- 衛星データと科学との相関を分析することは可能であったとしても、科学と政策との関係を分析するのは、関係する要因が多いうえ定量化の難しい相対に複雑な作業である。

これら分析に基づき、さらに本研究で実施可能な手法を検討し、オゾン（モントリオール議定書）、気候変動（UNFCCC）におけるケーススタディの手法論を検討、初期的な効果分析として、他のグループと共同して以下を実施した。

- モントリオール議定書採択後の議定書の改正等における衛星データの影響及びUNFCCCの経年的な政策進展における衛星データの影響の分析を青木グループが実施。
- 森林の事例をIGESにて検討。
- 地球観測衛星委員会（CEOS）のデータベースを用い、過去、現在、将来のオゾン観測ミッションのタイムラインを作成、相澤グループの「辞書」づくりに活用。

2. モントリオール議定書締結までの道筋と改訂における詳細の調査（政策（宇宙政策と地球環境政策）／青木）

オゾン層保護ウィーン条約及びモントリオール議定書交渉関連文書並びに締約国会議・締約国会合合意・勧告文書等において、さまざまな衛星及びその搭載機器（センサー）がどのような形で論じられているかを調査検討し、オゾン保護関係の国際文書の発展と衛星データの実証的関係を実証的に呈示した。

3. 政策と衛星観測を関連づけるための文書セットの構築とデータマイニングによる関連性の分析（政策戦略のための情報処理／相澤）

科学技術論文や新聞記事等から、衛星政策等の関連キーワードを抽出して、テキスト分析に基づく情報の関連性の調査を実施。また、他のグループが収集したデータの整理方法（データベース化）の検討を行い、ツールの作成を実施した。

4. 政策のための衛星観測提案（全体取りまとめ及び成果発表／笠井）

これまで検討した全体の結果をふまえ、モントリオール議定書や北極海域関連施策など関連の環境施策に関して、衛星観測を含めた大気観測結果がファクトとして政策決定とその遵守に与えた影響を定量的に見積もる手法を総合的に考察し、確立にめどをたてた。図3には、地球規模の大気環境問題と我が国が行ってきた衛星ミッションについての概要図を示している。政策のための衛星観測データのファクトとして、モントリオール議定書の遵守に関連する中層大気オゾン関連物質、地球温暖化関連物質、大気汚染物質などの衛星観測データにおける科学的観測結果を論文や学会等で公表した。



図3：地球大気に関する環境問題と、それに対応する我が国の衛星ミッション

1. 文書・情報分析の実施（全グループ）

以下の分析検討を実施した。

- ①政策文書データベースを用いた分析（JAXA/IGES、慶応、NII）
- ②データ利用量の観点からの調査・分析（JAXA/IGES）
- ③科学論文及び新聞等データベースを用いた分析（JAXA/IGES, NII）

宇宙政策グループ（慶応）では、衛星センサーが政策決定過程に影響を与える程度についての事例研究を完成させた。政策戦略のための情報分析グループ（NII）はNICTと協力し、政策と衛星観測を関連付けるための文書共有プラットフォームを運用し、上記分析①及び③の基礎とした。政策のための衛星観測提案グループ（NICT）では、マイニングと共に全体とりまとめを実施した。

表 1： 研究開発のスケジュール

項目	平成25年度 (6ヶ月)	平成26年度	平成27年度	平成28年度 (6ヶ月)
<b>Death Valley問題に対する検討（全員）</b>				
従来の手法で不成功の理由	←→			
「衛星観測の効果の定量的な評価手法の開拓」をどう実現するか	↓	←→		
<b>Phase-I衛星オゾン層破壊観測がモントリオール議定書締結と改善に及ぼした影響の定量的評価</b>				
モントリオール議定書において衛星観測→政策、政策→衛星観測の「Death Valley」をつなげた道筋の明示化（小野田）		←→	Phase IIへ ↓	
モントリオール議定書締結までの道筋と改訂における詳細の調査（青木）		←→		
政策と衛星観測を関連づけるための文書セット作成と関連性の分析（相澤）		←→	↓	
衛星観測データと政策の関係における寄与度の高いセンサーの検討（笠井）（平成26年度終了。成果の公表についてはH27年度、28年度も引き続き行う）		←→	←→	←→
<b>Phase-II： 従来の衛星観測の効果を定量的に評価することにより、死の谷を超えるための方法を含め、政策のための衛星観測イノベーションサイクルを回すための政策方針提案へ</b>				
文書データベースの構築・運用、分析検討の実施（相澤・青木・小野田）		←	構築 ←→	運用・分析 ←→
データ利用量の調査・分析（小野田）			←→	←→

科学論文及び新聞等データベースを用いた分析（相澤・小野田）			←→	
衛星データが政策決定過程に与える影響の事例研究（青木）			←→	
衛星イノベーションサイクルを回すための調査検討（笠井）			←→	
国際アドバイザリボードの組織・運営（小野田、青木、笠井）			国際アドバイザリボードの組織・運営 ▲国際ワークショップ 著書執筆	
まとめ・報告書作成				

### 3 - 3. 研究開発結果・成果

平成26年度と平成27年度の前半は研究の礎となる「調査研究」を実施し、現状の実態の把握を行った。また、平成27年度後半からはそれらの情報を用いて「全く異なる2つの事項を結びつける言語マイニング研究」に取り組んだ。

#### 【調査研究】

##### 青木グループ

#### 1 背景（計画の内容）

##### 1) モントリオール議定書締結までの道筋と締結後における詳細の調査

衛星オゾン層破壊観測がオゾン層保護のためのウィーン条約とモントリオール議定書締結とその改訂に及ぼした影響の評価を行った。検討の対象として、「科学的な指摘」から問題が社会化し、法的拘束力をもつ国際文書として科学観測が施策締結に対して成功した事例として「モントリオール議定書」に注目した。「科学的な指摘」のなかで衛星画像によるオゾン層破壊問題の呈示が有意な定性的効果を及ぼしたのではないかと推測されたからである。また、モントリオール議定書の数次にわたる改訂（改正と調整）にも衛星観測の成果が影響を及ぼしていると推定された。そこで、モントリオール議定書につながる政策文書としてのウィーン条約の起草過程の調査、モントリオール議定書の起草過程の調査、および改正・調整とその年代に利用されていた衛星画像の調査を行った。

##### 2) 事例研究 「衛星画像から政策へ」および「政策から衛星画像へ」という双方向の関係性検討を補強するための事例研究の第1段階

同時に、平成25年度からの考察を踏まえ、衛星画像から政策への影響とともに、政策決定に基づく衛星センサー開発という影響・効果もあるのではないかと推測した。そ

して、政策決定文書の交渉から制度構築へと到る過程と衛星画像普及の過程を並行して調査することにより、政策から衛星開発への関係性を明らかにしようと試みた。対象としては、特に最近多国間の制度形成が、航路、環境保護、資源開発などを中心に進みつつあり、日本も積極的なアクターとして関与しつつある北極制度と衛星画像の関係を中心的に取り上げた。これを事例研究の第1段階とし、平成26年度はその中間部分までを進め、平成27年度により焦点を絞った事例研究を完成させる契機とする。

以下、上記2つの項目についての研究結果を2、3に、それぞれ記述する。

## 2 モントリオール議定書締結までの道筋と締結後における詳細の調査の方法と結果

### 1) 方法

オゾン層の保護についての政策文書の基本はUNEP(国連環境計画)において1985年に採択された「オゾン層の保護のためのウィーン条約」(1988年発効)と同条約に基づく具体的義務を明記した1987年の「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書」(1989年効力発生)である。条約・議定書締結後は、ウィーン条約締約国会議(COP)、モントリオール議定書締約国会合(MOP)でさらに具体的に目標達成に向けての措置や手段をとる方法を模索し、各国が条約を遵守しているのか、守られていない場合にはどのように対処するのが条約の目標にかなうのか、などを検討し、条約の履行確保に向けて努力している。そこで、ウィーン条約とモントリオール議定書が作成される過程を詳細に追い、その中で衛星画像による証拠というものがどの程度起草過程に影響を与えたかを調査した。

具体的には、国連環境計画(UNEP)のオゾン事務局に所在するウィーン条約COP、モントリオール議定書MOP関連の全公開文書を調査した。平成26年度は、モントリオール議定書採択後の議定書の改正や調整の過程に衛星データがどのように影響を与えたかをCOP、MOP、UNEPに置かれたオゾン研究管理者(Ozone Research Managers, ORM)会合などの内部検討文書、オゾン事務局のさまざまなワークショップの記録などから調査した。議定書の改正、調整は1987年以降2007年までに合計9回行われており、現在は次回の改正のための検討中である。調査により最も有用なのは、ORM会合の文書であった。これは世界気象機関(WMO)の調査結果との連動もあるので、あわせてWMOの文書も調べた。図4にオゾン事務局の文書構造を示す。

## 調査のために用いた公開資料

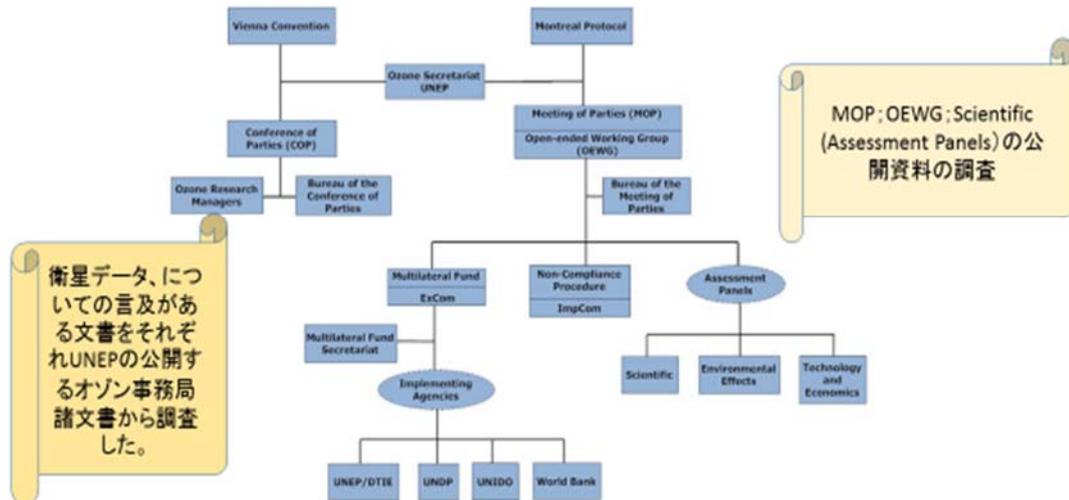


図4：オゾン事務局の公開資料

### 2) 調査結果

①その結果、1974年のクロロフルオロカーボン（CFC）がオゾン層を破壊し生態系に変動をもたらすという科学的知見の発表と、続く、1978年11月以降のオゾン層観測に適したTOMSセンサーの利用開始が国連UNEPでの議論の活性化やオゾン層破壊物質を含む米国のフロンガスの使用禁止法米国家制定につながる経過が見て取れた。

②また、モントリオール議定書採択以降の制度構築にも衛星画像の利用が有益である点は定性的には認められる。定量的にどの程度衛星画像が貢献したかを結論づけることは、平成26年度時点においてはできなかったが、2014年5月に開催されたORMの報告書がオゾン層保護のための地上観測と宇宙からの観測（space-based measurements of ozone）がオゾン層の回復のために有用な道具として成功しつつあると断言している。ORMの国別報告書とORMの全体結論からは以下の点が指摘できる。

i) 衛星データの不足する地域では、地上からの観測を促すプロジェクト（たとえば Dobson and Brewer instrumentsによる観測）を進めることにより衛星画像を補い観測を進展させている。地上観測も進展しているが、広範な地域の季節毎の変化をみるためには衛星データが重要である。そこで、アジアにおけるモンゴルやアフリカ諸国等地上観測設備が未整備の国においては、衛星画像提供がいつそう望まれる。

ii) 衛星データベースとそのシミュレーションおよび地上観測との組み合わせによりオゾン観測結果のより正確な状況を呈示できる。衛星データと地上からのデータの組み合わせ評価により、今後のモントリオール議定書改正への物質特定が可能となる。

iii) オゾン観測で衛星センサーを提供する代表的な国は、ベルギー、フィンランド、フランス、ドイツ、オランダ、米国（圧倒的に多種多量の提供国）であり、利用国として報告書を提出するのは50カ国以上に及ぶ。

③国連気候変動枠組条約（UNFCCC）に基づいて設置された、科学的・技術的な事項についての情報や助言を提供することを目的とした補助機関（Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice 略：SBSTA）は、実施に関する補助機関（SBI）とともに、毎年開催される気候変動枠組条約の締約国会議の主要案件を事前に協議する政府間国際組織である。UNFCCCの規定は、「『温室効果ガス』（モントリオール議定書によって規制されているものを除く。）」という用語使用が多いことからわかるように、オゾン層破壊物質も温室効果ガスの一種であることから、UNFCCCのSBSTAで衛星が使われているか否かを調べるのが有意義であると考えられる。そこで、SBSTAの年次レポート、国別レポートでの「衛星」「科学データ」に言及した部分はすべて抽出した。その結果、衛星画像が制度構築に有益であった具体的な場面が明らかになった。（上記結果を示したものとして添付資料A3「SBSTA国別報告書「衛星」「科学データ」利用調査」）平成27年度には、具体的に政策決定に有益であった実例をいかに定性的な判断から定量的な評価につなげるためにORMの研究とSBSTAの比較やインタビューを行う予定である。

### 3 「衛星画像から政策へ」「政策から衛星画像へ」という双方向の関係性を補強するための事例研究第1段階の結果

1) 1で記述したように北極海を主要事例として、政策の現況、進展状況を調べた。調査結果は、添付文書のとおりである。（添付資料A4「北極と南極の安全保障環境：宇宙からの観測の前提として」；添付資料A5「船舶起因汚染に関する国際法と国内法の交錯」）平成27年度に平成26年度に集めた資料を分析して、衛星データと極地の政策進展の相関を探る。

2) 衛星データを用いるときには、データは改竄が可能であるため、証拠性が問題となりうる。衛星データを証拠の1つとして用いるためにどのような証拠性の条件の整備が必要であるか、と言う観点からの研究であり、最近、国際宇宙法のなかでも注目される分野となっている。法的な判定条件は、政策決定におけるものよりも厳密な基準が要求されるので、法的な条件（データは間接証拠か、直接証拠たりうるか等）を詰めることは有用であると考えた。そこで、大気汚染、保健衛生、北極圏などのさまざまな問題について衛星データ・情報を用いる場合、どのようなデータの条件が具備されれば証拠力が高まるのかを検討した。オゾン層保護ウィーン条約・モントリオール議定書（諸改訂）など国際的な枠組に必要な証拠性、北極海のイルリサット条約（遭難救助）（北極評議会当事国間）、南極条約環境議定書、PM2.5の状況監視などの地域的なもの、また、オゾン層保護法など国内法の施行に役立つものなどが対象である。

結果として、衛星データの問題として、生データではなく、処理済みデータ以上のものが証拠力をもつので、伝聞証拠、状況証拠という形をとらざるを得ない場合が多いと思われることがわかった。そのために、専門家証言とデータの真正性を保障するガイドラインが必要と考えられる。(i)正確性、(ii)管理の継続、(iii)使用アプリケーションの問題などデータが本物であるという証拠を示すためのガイドラインについては、平成27年度に継続して調査。

3) 事例研究として平成27年度に進めるものとしてその他、遠隔医療や国際宇宙ステーションでの国際協力が衛星画像提供の国際枠組づくりに役立つ可能性があると考え、補助的に当該研究に着手した。これは平成27年度には最終的な衛星データ利用と政策のフィードバック関係を加速するための国際制度づくり案として提言するところまで進めることを予定している。(添付資料A7「Telemedicine and International Law: Space Law as a Linchpin」；添付資料8「Analysis of the Legal Instruments Operating the ISS as the Most Complex Space Program ever Undertaken」)

## 小野田グループ

### 1 先行研究調査

- 衛星観測に関する国際調整の専門性がある Symbois 社に先行研究調査を依頼
  - Symbios 社は、衛星観測が直接的に政策関連文書に影響を与えた例を調査、特に欧州や米国における衛星地球観測による政策への影響を明らかにすることを目指した。しかし、衛星が政策において明示的に参照されている事例はまれであった。学術論文は、衛星地球観測の社会経済的な利点に目を向ける傾向がある。
  - 欧州と米国におけるミッションの選択および開発のプロセスを調査し、そのプロセスがニーズによって主導されていることを明らかにした。
  - さらに、本プロジェクトで採用された方法論と類似性が見られる Macauley (2009) による研究事例を見出した。
  - また、主要な宇宙機関のシニア管理職からも聴取を実施した。しかし、彼らは環境政策に基づきプログラムの実績を評価する方法論を認識していない(あるいはその共有を望まない)ように思われた。
- 欧州及び米国で関連分野を研究している機関を訪問し、研究に関する打合せを行った。訪問先は、以下のとおり。

欧州：IIASA(オーストリア)、国連宇宙部(オーストリア)、WHO(スイス)

米国：カリフォルニア大学サンタバーバラ校

- 文献調査から、法的手法、制度論的手法、社会学的手法、経済学的手法、その他宇宙及びリモートセンシング政策・プロジェクト全般の各アプローチに基づく先行研究を調査・分析した。(添付 0④：文献一覧)

### 2 分析・検討結果

- 米国・欧州・科学と政策一般を中心に、衛星データ又は科学技術情報の政策又は社会への寄与や便益を明らかにすることを目的とした先行研究・事例の文献調査を行った。
- 米国政府の地球観測衛星ミッションは、科学的な要件・要求に基づいて設計されている。
- 欧州の GMES は、([オペレーショナルな]社会的便益を創出することを目指し、)エンドユーザーのニーズに基づいて設計。
- 政策文書において、明示的に衛星が参照されている例を確認することは困難で

あることが判明。

- 先行事例では、衛星地球観測が具体的な政策にいかに関与を及ぼすかというよりも、それがもたらす社会経済的な便益に焦点を当てる傾向があった。
- Macauley (2009) の方法論が、今回の先行研究調査において確認できた類似手法による検討の唯一の例だった。(査読論文のデータベースからキーワード検索により、Landsat 衛星利用の傾向を抽出)
- 先行研究調査及びオゾンの事例を用いた初期的分析の実施により、文書解析データを用いて定量的に衛星データの影響を見るという手法は、部分的には可能であるが、以下の制約があることが明らかになった。
  - 解析の対象となりうる関連文書のサンプル数が豊富ではない
  - 衛星データと科学との相関を分析することは可能であったとしても、科学と政策との関係を分析するのは、関係する要因が多いうえ定量化の難しい相対に複雑な作業である。
- したがって、本研究で実施可能な手法を検討した結果、以下のとおり。
- ① 制度論として政策をとらえた場合、これを合意(条約)形成、実施・遵守、有効性検証のフェーズに分けた時にそれぞれのフェーズにおける衛星データの役割を明確化し、関連文書を抽出し、相関を分析することは可能。(26年度には、これをオゾン及び部分的に UNFCCC の例で試行した。)
- ② 衛星データが既に利用されている特定のケース(森林観測等)において、データ量の観点から、政策的な目的でどれほど利用されているかという定量化は可能。
- ③ ある特定衛星機器、又は観測が、査読科学論文にどれだけ出現するか、あるいは新聞等マスメディアにどれだけ出現するかという観点で分析することは可能。
- 初期的な効果分析の実施：上記検討に基づき、さらにオゾン(モントリオール議定書)、気候変動(UNFCCC)におけるケーススタディの手法論を検討、他グループと共同して大きく以下の2つを実施した。(詳細は各グループ報告を参照)
  - 手法①により、モントリオール議定書採択後の議定書の改正等における衛星データの影響及び UNFCCC の経年的な政策進展における衛星データの影響の分析を青木グループが実施。
  - 手法②及び③の初期的検討として、森林の事例を IGES にて検討。
  - 手法③により、地球観測衛星委員会(CEOS)のデータベースを用い、過去、現在、将来のオゾン観測ミッションのタイムラインを作成、相澤グループの「辞書」づくりに活用。

### 3 課題とプロジェクト全体への提案

- 26年度は、調査委託と関係機関との打合せ、内部検討を行い、先行研究調査及び評価枠組みの検討を実施。定量的な分析には制約はあるものの、実施可能な方法を検討した。
- 26年度の検討結果得られた上記手法①～③の手法により、27年度以降の作業を実施することを提案する。
- さらに、先行研究調査に接触した有識者による国際アドバイザリーボードを設置し、本研究テーマに関するワークショップを開催(11月8～9日予定)、メ

ンバーにより当該分野の最新の状況をまとめた「地球観測データの政策への影響（仮題）」という著書を執筆、出版して成果物のひとつとすることを提案する。議長をお願いする予定のカリフォルニア大学サンタバーバラ校 オラン・ヤング教授には、打診・内諾済み。（添付 0⑦：アドバイザーボード及びワークショップ計画書）

#### 相澤グループ

「政策と衛星観測を関連づけるための文書セットの構築とデータマイニングによる関連性の分析」

昨年度までに作成した文書共有データベースに格納した科学技術論文や新聞記事、政策文書のテキストをビッグデータとして捉え、テキストマイニングによって政策と衛星観測との関連性の定量化を試みた。まずは「政策—衛星観測との相関」を直接求めるのではなく、「政策—科学技術全般との相関」を求めることから始めた。オゾン層破壊問題に関する科学研究の代表文書として、国連環境計画（UNEP）のオゾン事務局に置かれた Scientific Assessment Panel（SAP）の報告書を使用した。この SAP は、オゾン層や気象を研究対象とする世界トップの 100 人程度の研究者で構成され、当時最新のオゾン層の状態や将来予測結果等を 3～4 年に 1 度のペースで報告書としてまとめている。この報告書は科学者の中でもオゾン層破壊問題に関して特に信頼性が高く、その内容は SAP の議長によって、モントリオール議定書締結国会合（MOP）でも取り上げられている。

政策と科学技術との関連性を定量的に繋ぐため、引用論文を指標として用いる Citation Analysis を試みた。図 5 の実線は、SAP 報告書で引用されている論文を、SAP 報告書の発行年ではなく論文の発行年でソートし、各年の総論文引用数の時間変化を示したものである。SAP 報告書は、現在公開されているもの全て（1985 年、1988 年、1989 年、1991 年、1994 年、1998 年、2002 年、2006 年、2010 年、2014 年発行の全 10 の報告書）を用いた。なお、SAP 報告書はオゾン事務局のホームページよりダウンロードした。実線の引用数推移を見ると、1995 年付近にピークがあり、その後はゆるやかに減少している。オゾン層破壊に関する世論の動向として、アメリカの新聞 New York Times（NYT）の中で” ozone layer” という単語を含む記事数の推移を点線で示しており、そのピークは 1990 年頃である。同様の傾向は、アメリカの新聞 USA Today の記事の中で検索ワード” ozone” で該当する記事数の推移でも確認できた。なお、NYT の記事は Linguistic Data Consortium が提供するコーパスを使用し、USA Today の記事数データは、USA Today のホームページの検索機能を使用して取得した。1987 年のモントリオール議定書締結が引き金と考えると、政策から世論、さらに科学研究へ、という時間的推移が見て取れる。ただし、これはあくまで状況証拠であり、直接的に因果関係を示すには至っていない。

政策の代表文書には、オゾン研究管理者（Ozone Research Managers, ORM）の報告書を用いた。ORM 報告書は、全体会合と国別の報告書の 2 つで構成され、特に国別報告書の中に具体的に引用文献が記載されている。このように政策文書の中で科学論文の引用が記載されている文書は極めて特殊で、モントリオール議定書に関する政策文書の中では他にはない。また、青木グループが行った調査でも、その有効性が示されている。本研究では、オゾン事務局のホームページよりダウンロード可能な 2002 年、2005 年、2008

年、2011年、2014年の ORM 会合の報告書を使用した。これらの ORM 報告書に記載がある引用文献を全て抽出し、それを SAP 報告書で引用されていた文献と比較した。その結果、ORM 報告書で引用されていた論文の内、約 30%の文献が SAP でも引用されていることが分かった。

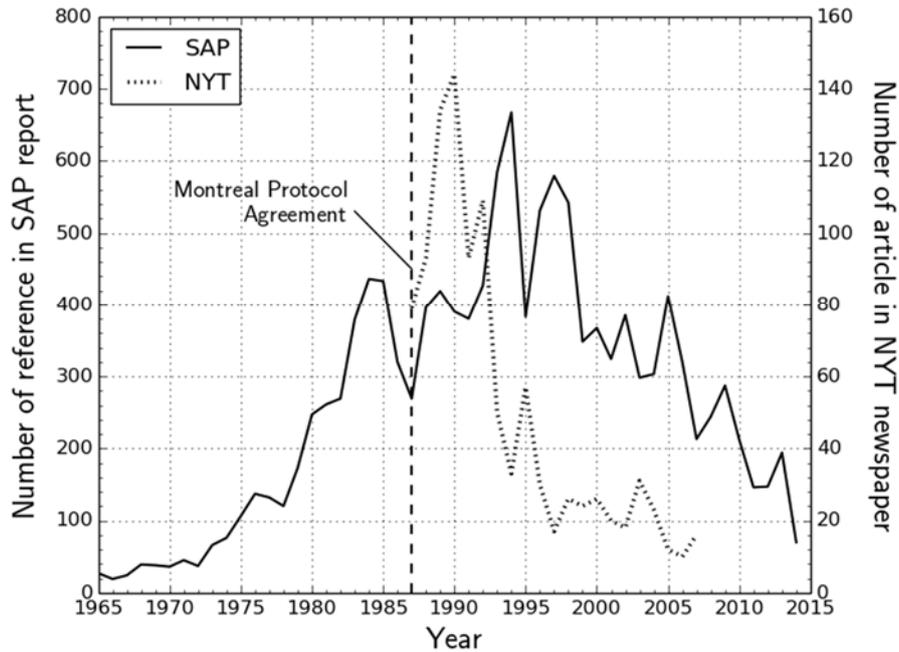


図5：(実線) SAP 報告書に引用されている論文数の推移、(点線) ” ozone layer” という単語を含む New York Times (NYT) 新聞記事数の推移、破線は、モントリオール議定書が締結された1987年を示している。

### 笠井グループ

研究全体のまとめを実施した。また、政策のための衛星観測データのファクトとして、モントリオール議定書の遵守に関連する中層大気オゾン関連物質、地球温暖化関連物質、大気汚染物質などの衛星観測データにおける科学的観測結果を論文や学会等で公表した。図3に示す通り、現在特に注目されている地球規模の大気環境問題は、大気汚染問題である。世界規模における大気環境施策は、オゾン層破壊→大気汚染政策のための宇宙からの「大気汚染と健康」観測ミッション APOLLO, uvSCOPEを国際宇宙ステーション搭載機器としてJAXA地球圏総合診断委員会に提案し、APOLLOは大型ミッションの次点、uvSCOPEは中型ミッションの推薦ミッションとなった (<http://apollo.nict.go.jp>)。

以下、uvSCOPEミッションの概要を示す。

#### <uvSCOPEミッション>

人為起源である大気汚染は発電所・工場・幹線道路・船舶などの小さな場所からの局所的な排出が主となるが、これまでの衛星観測ではこれらを捉え切ることはできなかった。

大気汚染施策のためには正確な汚染排出量の実態把握が必要である。uvSCOPE観測では大気汚染対策の「決定版」となりうる、未把握の発生源も含めた個別発生源（ホットスポット）の発生源位置・タイプと量を「特定」するための情報が得られることを実証し、課題となっている削減対策で必要な科学的知見を増進することを目的とする。本ミッションでは代表的な大気汚染物質であるNO<sub>2</sub>をとりあげ、ホットスポットを局所的な高濃度地点として拾い上げその実態を初めて網羅するものである。

これらを実現するため、国際宇宙ステーションにおける搭載性、NO<sub>2</sub>計測用の可視紫外分光計の検討、感度のフィージビリティ検討などを実施した。また、最大事後確率推定法を用いた衛星と政策を関連づけるアルゴリズムの検討を実施した。uvSCOPEの打ち上げは2018年を予定しており、開発や政策への最適化を至急進める必要があると思われる。

### 【まとめ】

研究開発スケジュールにおけるPhase-I： オゾン（モントリオール議定書）について一定の成果をまとめた。科学文書(WMOオゾンアセスメントなど)、政策文書（オゾン層保護ウィーン条約及びモントリオール議定書交渉関連文書並びに締約国会議・締約国会合合意・勧告文書等）等の「分母となる文書」の定義を行い、政策や衛星や大気観測の中におけるその「分母」の位置づけを明確にしたもの。また、これらの文書の中からキーワードを拾いながらマイニング処理を実施し、政策と大気観測そして大気観測の中での衛星観測の役割を定量的に数字で明らかにする手法を立ち上げた。

研究開発スケジュールにおけるPhase-II： また、地球温暖化とGOSAT、北極海とG-COMなどオゾン層破壊だけではなく従来の衛星観測の効果を定量的に評価することにも取り組んだ。二つの死の谷の意味を明確にし、それを超えるための方法を含め、政策のための衛星観測イノベーションサイクルを回すための評価手法提案への道筋を築いたものである。

## 2. Phase- $\alpha$ : 政策論への展開と評価手法の類型化（効果分析グループ／小野田）

27年度には、当初計画に加え、発展的段階のPhase- $\alpha$ として以下の検討を追加、実施した。

- 26年度の先行研究調査の過程で、世界の専門家との意見交換を行った結果、本研究で目指す「イノベーションサイクル」の考え方に高い関心を得、これまで主に欧米で行われてきた衛星地球観測による社会経済便益の分析に加え、遵守論・ガバナンス論の考え方に敷衍することにより、将来的な「地球観測レジーム」の可能性を検討することで、政策と科学のサイクルを確立できるのではないかとの提案が出た。
- すなわち、地球観測・予測システムが総合的に政策決定に利用されるには、全てのステークホルダー及びエンドユーザが関与するプロセスの確立を含め、地球観測分野における適切な制度を整える必要があり、その制度の一環として地球観測による環境監視をとらえるという視点である。
- 上記提案を検討するため、環境ガバナンス論の第一人者であるカリフォルニア大学サンタ・バーバラ校のオラン・ヤング名誉教授を座長に迎え、有識者による「国際アドバイザーボード」を組織し、本研究テーマに関するワークショップを27年度後半に

開催した。

- ワークショップにおいては、米国、欧州、英国、フランス、中国、日本の宇宙機関、研究機関、民間企業及び国際機関（OECD, WHO）から、衛星観測の社会経済的な影響の評価手法に関し紹介があり、議論の結果以下の提言をまとめ、会議開催後に関係機関ホームページ等より公開した。

国際アドバイザー・ボード・ワークショップ  
「社会と政策に対する衛星地球観測の効果の評価」  
開催結果（和訳抜粋）

1. 地球観測は、世界に対する独自の視点と展望を与えることにより、今後、地球という惑星の人口がより多くなり、より豊かに、より密接につながってゆく中で、自然・社会資源の持続可能な管理のための政策に貢献することにより、全人類の利益に資する。
2. 地球観測は、必要不可欠な社会基盤として認識されるべきである。オープンな地球観測は、プライオリティの高い様々な環境・社会問題に対して、有益で費用対効果の高い貢献を行っているという重要なエビデンスがある。
3. 地球観測・予測システムが総合的に政策決定のために利用されるには、全てのステークホルダー及びエンドユーザが関与するプロセスの確立を含め、地球観測分野における適切な制度を整える必要がある。
4. 日本は、国際パートナーと共に、次世代の宇宙計画において生じうるミッションの欠如を明らかにし、解決することによって、地球観測の長期的な継続性から得られる社会的便益を最大限に実現することを確保すべきである。データ技術及びアプリケーションの急速な発展に伴い、非政府団体による衛星打上げ、小型衛星の評価の高まり、ドローンやクラウド・ソーシング、市民科学の高まり等、地球観測においてパラダイムの変化が起きている。（全文：別添1参照）

- 上記提言の発信による反響が各所からあり、特に JAXA において、同年 12 月より地球観測オープンデータの経済効果についての内部勉強会を実施、各種方法論を検討した結果、平成 28 年度より JAXA 第一宇宙技術部門の事業目標に正式に位置付け、地球観測衛星の社会経済便益に関する検討を開始することとなり、現在具体的な計画の設計中である。
- こうした議論の発展を受け、社会科学的には遵守論及びガバナンス論への本格的な展開を検討しはじめ、そのもとに多様な評価手法を類型化し、「イノベーションサイクル」の確立に向けた、より具体的なモデル化ないし提言にまとめる作業を開始した。
- 具体的には、ワークショップの議論に基づき、プロジェクトメンバー及びアドバイザー・ボードメンバー全員に対し、本研究テーマに即したテンプレートに基づいて、各国・機関等の実施した評価手法の方法論とモデル化に結びつくような提案の検討結果を提出するよう依頼した。また、議論の全体を統合する「将来的な地球観測レジーム」の構想を、オラン・ヤング教授、チューリッヒ工科大学オラフ・シュトック教授及び地球観測に関する政府間会合（GEO）事務局のバーバラ・ライアン事務局長等と共に検討中。

- また、内閣府 科学技術イノベーション総合戦略 2015 のうち「地球環境プラットフォーム」の会議参考資料としてとりあげられ、実際に政策立案執行に役に立ったもの。

### 3. 著書の執筆（全グループ）

- 上記内容をシュプリンガー社より著書「地球観測データの政策への影響（仮題）」として28年度に出版することを目指し、27年度中には構想と章立ての分担、スケジュール設定を行い、各著者により執筆を開始した。
- 著書では、本研究の成果を中心に、衛星地球観測の政策・社会への影響という観点からの世界の最先端の内容をまとめたうえで、新たに環境政策論（樹種論・ガバナンス論）の考え方に展開させ、政策と融合した科学技術としての衛星地球観測の立案・評価の手法の類型化とそのモデル化、将来への提言を織り込む予定。

## 3 - 4. 会議等の活動

実施体制内での主なミーティング等の開催状況

年月日	名称	場所	概要
2016年3月10日	第 25 回 ΦOIC会議	NICT麹町会議室	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2016年2月29日	第 24 回 ΦOIC会議	法政大学市ヶ谷キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2016年1月25日	第 23 回 ΦOIC会議	慶應大学三田キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2015年10月29日	第 22 回 ΦOIC会議	法政大学市ヶ谷キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2015年11月 9-10日	国際ボード メンバ会議	一橋講堂会議室	共催：情報通信研究機構（NICT）、慶應義塾大学SFC研究所、法政大学人間環境学部、宇宙航空研究開発機構（JAXA）、地球環境戦略研究機関（IGES）
2015年10月29日	第 20 回 ΦOIC会議	法政大学市ヶ谷キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2015年8月21日	第 19 回 ΦOIC会議	JAXA東京事務所	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2015年7月13日	第 18 回 ΦOIC会議	総務省	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2015年5月15日	第 17 回 ΦOIC会議	法政大学市ヶ谷キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2015年4月8日	第 16 回 ΦOIC会議	未記録	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2015年3月6日	第 15 回	法政大学市ヶ谷キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研

	Φ0IC会議	バス	究（評価）の進め方議論
2015年1月19日	第 14 回 Φ0IC会議	国立情報学研究所	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年12月25日	第 13 回 Φ0IC会議	法政大学市ヶ谷キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年12月2日	第 12 回 Φ0IC会議	国立情報学研究所	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年10月30日	第 11 回 Φ0IC会議	法政大学市ヶ谷キャンパス	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年9月16日	第 10 回 Φ0IC会議	総務省	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年7月28日	第9回 Φ0IC 会議	国立情報学研究所	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年6月19日	第8回 Φ0IC 会議	国立情報学研究所	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年5月9日	第7回 Φ0IC 会議	総務省	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論
2014年4月10日	第 6 回 Φ0IC 会議	JAXA東京事務所	現状のレビュー成果の紹介・研究（評価）の進め方議論

#### 4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

国際セミナー「社会と政策のための革新的な地球観測」（2015年11月9～10日、於：一橋講堂会議室、約100名参加）を開催した。宇宙からの衛星観測は、地球規模の自然・社会的要素の相互作用を理解するうえで重要なデータや情報を我々に与える。一方、政策や社会経済への貢献のため衛星観測の役割が大きくなるにつれ、現在そして将来の衛星技術やシステムによって、その要望に応えることができているのかを検討する必要性が高まっている。本国際セミナーでは、科学と政策及び衛星地球観測の社会経済的便益に関する専門家を世界の学会・宇宙機関・国際機関・産業界から招き、環境政策や社会経済に対する衛星観測の効果について客観的な評価を行う可能性を議論した。さらに、その結果が次世代の観測技術の新たな技術革新にフィードバックし、グローバルな要求に貢献するような将来ミッション又はモデルに関する提言を行った。

#### 5. 研究開発実施体制

##### 評価・効果分析

（小野田勝美） 宇宙航空研究開発機構（JAXA）

（Henry Scheyvens） 地球環境戦略研究機関（IGES）

実施項目：政策のための衛星観測評価

概要：文献、資料分析により、先攻研究の網羅的な調査研究を実施する。これにより、先攻研究がうまくいかなかった理由を明示化する。オゾン層の保護において 衛星観測→政策→衛星観測の「Death Valley」をつなげた道筋と戦略の明示化を行い、評価手法について決定する。その手法が気候変動枠組条約や、今後の北極海や大気汚染等についても適応が可能であるかを議論する。  
さらに、検討した評価手法を類型化・モデル化し、本研究の国際政策論（遵守論、ガバナンス論）への展開を試み、将来の地球観測衛星の立案・評価への実装を目指し、関係機関・省庁へ提案する。

政策（宇宙政策と地球環境政策）

（青木節子）慶応大学総合政策学部総合政策学科

実施項目：宇宙政策と地球環境政策

概要：モントリオール議定書締結において、政策側のデータベースとなる政策締結に至る道筋とその改訂過程の詳細な調査を実施する。過去50年の資料のうち古いものについては電子ファイル文書入手が困難なため、UNEPのナイロビ本部等に問い合わせる可能性がある。入手できた文書をまとめ、オゾン関係の国際文書年表を作成する。また、今後の施策については、北極海や大気汚染などについて政策に至る過程の現状調査等を実施。

政策戦略のための情報処理（相澤彰子）

国立情報学研究所(NII)

（\*ただしH28年度は委託研究契約なし、総括グループと一体的に活動を行う。）

実施項目：相関アルゴリズム開発／データベース作成、分析

概要：過去の WMO オゾンアセスメントレポートから、オゾン層破壊と衛星観測とモントリオール議定書についてテキスト分析を実施する。また、政策（宇宙政策と地球環境政策）グループからの政策文書についても分析を検討する。さらに、政策における衛星観測の効果分析グループ、政策のための衛星観測提案グループと協力し、政策と衛星観測を関連づけるためのデータベース化を検討。

総括、政策のための衛星観測提案（笠井康子）

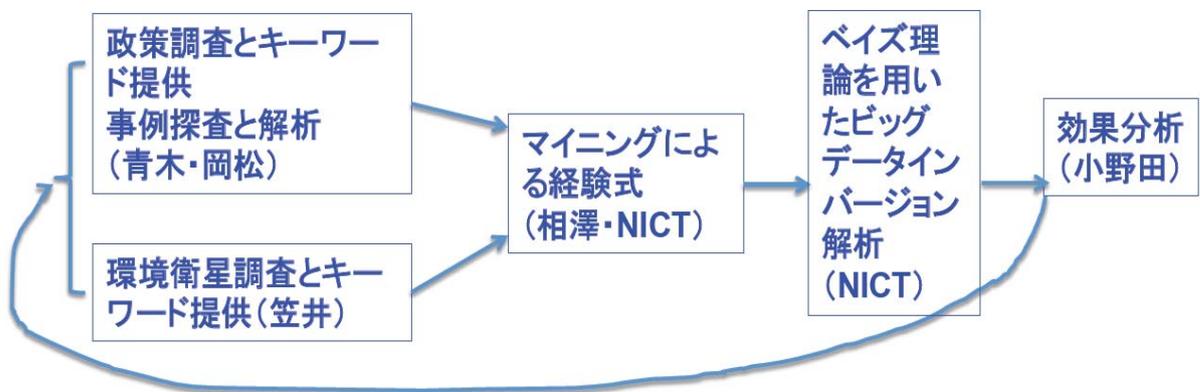
情報通信研究機構（NICT）

実施項目：総括、政策のための衛星観測提案

概要：プロジェクト全体の総括、及び上記3つのグループの成果とりまとめを実施する。また、政策と衛星観測を関連づけるためのデータベース作成を実施。さらに、将来の施策につながる衛星センサの提案を行う。

政策	青木節子 慶応大学 総合政策学部政策学科 教授 岡松暁子 法政大学 人間環境学部 人間環境学科 教授 佐々木浩子 ハーバード大学
マイニング	相澤彰子 国立情報学研究所 教授

	佐藤知紘 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) 研究員 研究員B データベース支援業務 (JAMSS) *NICT機構内競争的資金の獲得
効果分析	小野田勝美 国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA) 主任 Henry Scheyvens (財)地球環境戦略研究機関 上席研究員
環境衛星	笠井康子 情報通信研究機構 上席研究員 沖理子 JAXA 地球観測研究センター 研究領域リーダー 亀山康子 国立研究開発法人国立環境研究所 持続可能社会システム研究室長 ほか



## 6. 研究開発実施者

研究グループ名：政策における衛星観測の効果分析

	氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目	研究参加期間			
							開始		終了	
							年	月	年	月
○	小野田 勝美	オノダ マサミ	独立行政法人 宇宙航空研究開発機構	調査国際部国際課	主査	衛星観測効果分析手法検討	25	11	28	9
	Henry Scheyvens	ヘンリ スケープンス	地球環境戦略研究機関(IGES)	自然資源・生態系サービス領域	上席研究員	自然資源・生態系サービス政策に対する効果分析	25	11	28	9
	Brian Johnson	ブライアン ジョンソン	地球環境戦略研究機関(IGES)	自然資源・生態系サービス領域	研究員	衛星観測効果分析手法検討	25	11	28	9
	松下 和夫	マツシタ カズオ	地球環境戦略研究機関(IGES)	グリーン経済領域	シニアフェロー	アドバイザ、環境政策への効果分析	25	11	28	9

研究グループ名：政策（宇宙政策と地球環境政策）

	氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目	研究参加期間			
							開始		終了	
							年	月	年	月
○	青木 節子	アオキ セツコ	慶應義塾大学 SFC研究所	(総合政策学部)	上席所員(教授)	衛星観測を利用する環境監視制度枠組分析	25	11	28	9
	岡松 暁子	オカマツ アキコ	法政大学	人間環境学部	教授	環境関連条約・文書分析のとりまとめ	25	12	28	9
	佐々木浩子	ササキヒロコ	東海大学	海洋学部			26	1	28	9

研究グループ名：政策のための衛星観測実査

	氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目	研究参加期間			
							開始		終了	
							年	月	年	月
○	笠井 康子	カサイ ヤスコ	NICT/東工大	社会環境システム研究センタ	主任研/連携教授	統括/衛星観測効果分析手法	25	11	28	9
	亀山 康子	カメヤマ ヤスコ	国立環境研究所		室長	アドバイザ	25	11	28	9
	沖 理子	オキ リコ	JAXA地球観測	JAXA地球観測研究センター	研究領域リー	JAXA/EORC衛	25	11	28	9
	塩見 慶	シオミ ケイ	JAXA地球観測研究センター		主任研究員	地球温暖化衛星	25	11	28	9
	谷本 浩	タニモト ヒロシ	国立環境研究所	国立環境研究所	室長	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	28	9
	金谷有剛	カナヤ ユウゴウ	JAMSTEC		室長	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	28	9
	入江仁士	イリエ ヒトシ	千葉大学	千葉大学	准教授	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	28	9
	齋藤 尚子	サイトウ ナオコ	千葉大学		助教	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	28	9
	林田 佐智子	ハヤシダ サチコ	奈良女子大学	奈良女子大学	教授	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	28	9
	菊池 健一	キクチ ケンイチ	NICT		主任研究員	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	26	3
	佐川英夫	サガフ ヒデオ	NICT	NICT	研究員	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	28	9
	野口克行	ノグチカツユキ	奈良女子大学		助教	大気汚染研究、衛星センサ検討	25	11	28	9
	研究員A			NICT		大気汚染研究、衛星センサ検討	26			

研究グループ名：担題研究

	氏名	フリガナ	所属機関等	所属部署等	役職(身分)	担当する研究開発実施項目	研究参加期間			
							開始		終了	
							年	月	年	月
○	相澤彰子	アイザワアキコ	国立情報学研究所	コンテンツ科学研究系	教授	関連の研究	26	1	28	9

## 7. 関与者との協働、研究開発成果の発表・発信、アウトリーチ活動など

### 7 - 1. 主催したイベント等

#### 国際セミナー（再掲）

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2015年 11月 9-10日	社会と政策のた めの革新的な地 球観測	一橋講堂会 議室	約100名	宇宙からの衛星観測は、地球規模の自然・社会的要素の相互作用を理解するうえで重要なデータや情報を我々に与える。一方、政策や社会経済への貢献のため衛星観測の役割が大きくなるにつれ、現在そして将来の衛星技術やシステムによって、その要望に応えることができているのかを検討する必要性が高まっている。本国際セミナーでは、科学と政策及び衛星地球観測の社会経済的便益に関する専門家を世界の学会・宇宙機関・国際機関・産業界から招き、環境政策や社会経済に対する衛星観測の効果について客観的な評価を行う可能性を議論した。さらに、その結果が次世代の観測技術の新たな技術革新にフィードバックし、グローバルな要求に貢献するような将来ミッション又はモデルに関する提言を行った。

### 7 - 2. その他のアウトリーチ活動

(1) 書籍、DVDなど発行物（論文以外のもの）

- 著書・制作者名（発行年月）『タイトル』発行元なし

(2) ウェブサイト構築

サイト名 URL（立ち上げ年月）

「社会と政策に対する衛星地球観測の効果の評価」国際アドバイザリーボードを開催

[http://www.iges.or.jp/jp/natural-resource/20151109\\_2.html](http://www.iges.or.jp/jp/natural-resource/20151109_2.html)

社会と政策のための革新的な地球観測

<http://www.pco-prime.com/peoic2015/>

<http://www2.nict.go.jp/aeri/rsf/researchers/kasai/index.html>

<https://www.nict.go.jp/info/event/2015/11/151109-1.html>

<http://www.iges.or.jp/jp/natural-resource/20151109.html>

(3) 招聘講演 (学会発表以外のシンポジウム等での講演が対象)

発表者名 (所属機関名) 「発表タイトル」 シンポジウム等名称、場所、年月日

(4) その他 (ネットメディアを介した情報発信、学会誌以外の雑誌等への投稿など)

エキサイト

[http://www.excite.co.jp/News/science/20151025/Sorae\\_030599\\_5742.html](http://www.excite.co.jp/News/science/20151025/Sorae_030599_5742.html)

soare ポータルサイト

[http://sorae.jp/030201/2015\\_10\\_25\\_nict.html](http://sorae.jp/030201/2015_10_25_nict.html)

### 7 - 3. 新聞報道・投稿, 受賞等

(1) 新聞報道等

なし

(2) 受賞

- なし

(3) その他

- なし
- 

### 7 - 4. 論文発表, 口頭発表, 特許

(1) 論文発表 : 査読付き

●国内誌 (0件)

- 

●国際誌 (3件)

L. Millan, S. Wang, N. Livesey, D. Kinnison, H. Sagawa, and Y. Kasai, "Stratospheric and Mesospheric HO<sub>2</sub> Observations from the Aura Microwave Limb Sounder", *Atmos. Chem. Phys.*, 15, 2889-2902, 2015, DOI: [10.5194/acp-15-2889-2015](https://doi.org/10.5194/acp-15-2889-2015) (2015)

. Jonathan H. Jiang, Hui Su, Chengxing Zhai, T. Janice Shen, Tongwen Wu, Jie Zhang, Jason N. S. Cole, Knut von Salzen, Leo J. Donner, Charles Seman, Anthony Del Genio, Larissa S. Nazarenko, Jean-Louis Dufresne, Masahiro Watanabe, Cyril Morcrette, Tsuyoshi Koshiro, Hideaki Kawai, Andrew Gettelman, Luis Millán, William G. Read, Nathaniel J. Livesey, Yasko Kasai, and Masato Shiotani, "Evaluating the diurnal cycle of upper tropospheric ice clouds in climate models using SMILES observations", *Journal of Atmospheric Sciences.*, Vol. 72, 1022-1044, 2015, DOI: [10.1175/JAS-D-14-0124.1](https://doi.org/10.1175/JAS-D-14-0124.1) (2015)

Setsuko Aoki, “II. Practical Background for the 2013 National Legislation Resolution”, in Hobe・Schmidt-Tedd・Schrogl (eds.), *Cologne Commentary on Space Law*, vol. III (Carl Heymanns Verlag, 2015), pp. 503-535;

(2) 論文発表：査読なし

## 7 - 5. 学会発表

(1) 招待講演（国内会議 0 件、国際会議 1 件）  
（「7-2（3）」で記載した招聘講演を除く、学会での招待講演が対象。）

2015 North Pacific Arctic Conference on The Arctic in the Wider World  
“Non-Arctic state scientific perspective” at the Opening Session “Japan's perspective: Conflict between International Law and Domestic Law on the Vessel-Source Pollution in the Arctic” at the Session□ Round Table: Implementation of the Polar Code August 6, 2015, Hawaii IMIN International Conference Center, Honolulu, Hawaii

(2) 口頭発表（国内会議 1 件、国際会議 8 件）

Setsuko Aoki, “Analysis of the Legal Instruments Operating the ISS as the Most Complex Space Program Ever Undertaken: from historical perspective”, *Proceedings of the International Institute of Space Law 2014* (Eleven, 2015), pp. 309-322;

- Tomohiro Sato, Hideo Sagawa, Naohiro Yoshida, Yasuko Kasai, “Oxygen isotopic enrichment in the middle atmospheric ozone observed by SMILES（口頭発表）”, Limb workshop, Gothenburg, Sweden, 9 2015.

有村 健斗, 落合 啓, 笠井 康子, 菊池 健一, 北 和之, “衛星による火星表面サブミリ波偏波観測の模擬実験”, 日本地球惑星科学連合大会, 千葉, 5月 (2015)

平川 貴士, 栗林 康太, 山田 崇貴, 笠井 康子, “Stratospheric acetonitrile (CH<sub>3</sub>CN) observed by SMILES”, 8th International Atmospheric Limb Workshop, Gothenburg, Sweden, 9月 (2015)

藤縄 環, Esmaeili Mahani Mona, 吉田 尚弘, 笠井 康子, “Japanese future mission for air quality uvSCOPE and APOLLO”, 8th International Atmospheric Limb Workshop, Gothenburg, Sweden, 9月 (2015)

柴原 卓弥, 真鍋 武嗣, 西堀 俊幸, 碓井 英雄, 落合 啓, 笠井 康子, "Effects of Surface Error of a Submillimeter-Wave Offset Cassegrain Antenna for JUICE/SWI", 36th esa antenna workshop, Amsterdam, Nederland, 10月 (2015)

山田 崇貴, 笠井 康子, 足立 透, Alfred Chen, Rue-Ron Hsu, Han-Tzong Su, 栗林 康太, 高橋 幸弘, 佐藤 光輝, 吉田 尚弘, "Survey of sprite events with SMILES atmospheric composition observations", 8th International Atmospheric Limb Workshop, Gothenburg, Sweden, 9月 (2015)

笠井 康子, 栗林 康太, 鈴木 尚, 山田 崇貴, 平川 貴士, 佐藤 知紘, "What we learned from SMILES observation of atmospheric compositions in middle atmosphere", 8th International Atmospheric Limb Workshop, Gothenburg, Sweden, 9月 (2015)

笠井 康子, 栗林 康太, 佐川 英夫, 佐藤 知紘, 山田 崇貴, "Chemistry of Atmospheric Compositions in MLT Region Observed by SMILES", Asia Oceania Geosciences Society (AOGS) 12th Annual Meeting, Singapore, 8月 (2015)

笠井 康子, 栗林 康太, Nao Suzuki, 山田 崇貴, 佐藤 知紘, "Atmospheric radical observations using a submillimetre-wave spectrometer, SMILES, from International Space Station", 日本分光学会年次講演会, 東京, 6月 (2015)

(3) ポスター発表 (国内会議 1 件、国際会議 1 件)

佐藤知紘, 吉田尚弘, 笠井康子, "SMILESによる中層大気中オゾン同位体比の日変化観測 (ポスター)", 大気化学討論会, 東京, 10, 2015.

Onoda, Masami, Yusuke Muraki et.al., "Policy and Earth Observation Innovation Cycle (PEOIC) project", presented at GEOValue 2016 Data to Decisions: Valuing the Societal Benefit of Geospatial Information, 10-11 March 2016, in Paris, France.

## 7 - 6. 特許出願

- 該当なし