

戦略的創造研究推進事業  
(社会技術研究開発)  
平成26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  
「リソースロジスティクスの可視化に立脚した  
イノベーション戦略策定支援」

研究代表者氏名 松八重 一代  
(東北大学大学院工学研究科、准教授)

## 目次

1. 研究開発プロジェクト名 .....	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・内容 .....	2
2 - 3. 主な結果.....	2
3. 研究開発実施の具体的内容 .....	3
3 - 1. 研究開発目標.....	3
3 - 2. 実施方法・実施内容.....	4
3 - 3. 研究開発結果・成果.....	4
3 - 4. 会議等の活動.....	8
4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況 .....	10
5. 研究開発実施体制.....	10
6. 研究開発実施者 .....	13
7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など .....	16
7 - 1. ワークショップ等 .....	16
7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など .....	17
7 - 3. 論文発表.....	17
7 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表） .....	19
7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等.....	22
7 - 6. 特許出願.....	22

## 1. 研究開発プロジェクト名

リソースロジスティクスの可視化に立脚したイノベーション戦略策定支援

## 2. 研究開発実施の要約

### 2 - 1. 研究開発目標

本プロジェクトにおいて、以下の3つの成果を創出し、リソースロジスティクス可視化を基盤として、我が国が戦略的に推進すべき科学技術イノベーションの浮揚、牽引、導入、実装につなげる方法論を提案する。

- 1)リソースロジスティクス可視化手法の提案
- 2)事例研究を通じて、これまでに行われてきた科学技術イノベーション推進、浮揚、実装に係わるステークホルダーの抽出と、それぞれの役割についての整理
- 3)リソースロジスティクス可視化情報に基づき、ステークホルダー間におけるサプライチェーンリスク情報の共有に向けたプラットフォーム構築ならびにその利用に関わるガイドラインの作成

### 2 - 2. 実施項目・内容

平成26年度は以下の活動を実施した。

- ・リソースロジスティクス可視化の方法論確立に向けた調査・研究
- ・事例研究：ニッケルに関するリソースロジスティクス可視化のための解析・調査
- ・事例研究：リンに関するリソースロジスティクス可視化のための解析・調査
- ・事例研究：生物多様性について、資源利用と生物多様性への影響について、可視化グループと共同した解析・調査
- ・ステークホルダーガバナンスに向けた情報提供にあり方について意見交換、ヒアリング調査
- ・プロジェクトウェブサイトの運営

### 2 - 3. 主な結果

・本年度は、昨年度に検討、確立させたリソースロジスティクス可視化手法を用いて、各事例研究グループと連携を図りつつ、分析結果の考察、データベース構築を進めた。具体的にはマテリアルフロー分析(Material Flow Analysis: MFA)、関与物質総量 (Total Materials Requirements: TMR) ならびに産業連関分析手法(Input Output Analysis: IOA)に基づく、リソースロジスティクス可視化手法を用いた、分析結果の考察、データベース構築を行ってきた。

事例研究：ニッケルグループでは国内外のニッケルのフロー解析ならびに廃棄物・副産物中に含有される未利用ニッケルフローの解析を行った。産業連関モデルと国際貿易に随伴するニッケルフローに関してGLIOモデルを用いて接続することで、我が国の経済活動によって牽引される直接・間接のニッケル需要量を定量評価し、地図上に国別資源採掘需要量の可視化を行った。ニッケルの資源利用効率向上について関連するイノベーション技術の変遷と、

その類型化を行うべく、勉強会、専門家へのヒアリング等を通じたサーベイを行った（中島・松八重・山末・醍醐）。

事例研究：リングroupにおいては国内フローを精緻化するとともに、国際貿易に随伴するリンフローについても明らかにし、我が国の最終需要が国内外で直接・間接的に必要とするリン資源量の推計を行った。

さらにこれらのマテリアルフロー情報をもとに事例研究：生物多様性グループではニッケル資源、リン資源の利用がもたらすサプライチェーンを通じたリスクのうち、生物多様性損失に関わる影響を可視化する手法の開発と、その応用事例研究を進めた。

またガバナンスグループにおいては、リン資源リサイクル推進協議会ならびにリン資源戦略協議会と連携のうえ、協議会での議論の経緯をステークホルダー別に整理を行いつつ、事例研究；農業・食糧グループにおける知見とあわせて、リンのリソースロジスティクスに関わるステークホルダーの抽出ならびにイノベーション浮揚・牽引・実装に関わるステークホルダーガバナンスを解析した（鎗目・城山・三島・松八重・稲葉）。

### 3. 研究開発実施の具体的内容

#### 3 - 1. 研究開発目標

本プロジェクトにおいて、以下の3つの成果を創出し、リソースロジスティクス可視化を基盤として、我が国が戦略的に推進すべき科学技術イノベーションの浮揚、牽引、導入、実装につなげる方法論を提案する。

- 1) リソースロジスティクス可視化手法の提案
- 2) 事例研究を通じて、これまでに行われてきた科学技術イノベーション推進、浮揚、実装に係わるステークホルダーの抽出と、それぞれの役割についての整理
- 3) リソースロジスティクス可視化情報に基づき、ステークホルダー間におけるサプライチェーンリスク情報の共有に向けたプラットフォーム構築ならびにその利用に関わるガイドラインの作成

本プロジェクトでは（1）で革新技术実装に関与する資源利用、環境影響、経済波及効果といった多次元データを可視化するとともに、ブラウザを介した情報共有に適したリソースロジスティクス情報のコンテンツ作成を行い、（2）で抽出されるステークホルダーとしての革新技术の開発に関わる技術者と、技術に関与するステークホルダー、政策担当者をつなぐ情報共有プラットフォーム形成（3）を目指す。

情報共有のプラットフォームの構築に向けて、全ての科学技術分野を網羅的に概観することは研究期間内では不可能であることから、事例として、ニッケル、リンを含む技術に着目し、詳細な解析を行うとともに、情報共有プラットフォームのプロトタイプを作成する。

格納する技術と多次元データとしては、①各種製錬、加工技術の分類、②資源利用変化、③技術実装に関与する環境、経済、地政学面から見たリスク、④実装に関わるステークホルダー、⑤実装に伴う環境、経済へのインパクトを予定する。これらの多次元情報の可視化手法の確立と、情報共有プラットフォームの構造提案、ブラウザコンテンツの整備を行い、この利用に関わるガイドラインもあわせて作成をする。

### 3 - 2. 実施方法・実施内容

本年度は、昨年度の引き続きリソースロジスティクス可視化手法の確立、提案を目指し、各事例研究グループと連携を図りつつ、モデルの開発、データベース構築を進めた。

事例研究：ニッケルグループは、(1)ニッケルのサプライチェーンデータの整備および解析、(2)ニッケルめっき廃液等のニッケル含有二次資源の廃棄物処理・リサイクル状況の調査、(3)製造業者および廃棄物処理業者などのステークホルダーへの情報還元を行った。

事例研究：リンググループにおける知見とあわせて、リンのリソースロジスティクスに関わるステークホルダーの抽出ならびにイノベーション浮揚・牽引・実装に関わるステークホルダーガバナンスの解析を進めた。

事例研究：生物多様性GrはニッケルGrとともに、インドネシアやオーストラリア等のニッケル産出国での鉱山および製錬等の関連施設や周辺環境の現地調査により、サプライチェーンを通じた資源利用に伴う資源端における問題の実態把握と可視化の為の資料収集を行った。また今年度から新たに人工衛星画像を用いた地理情報と鉱山開発、資源産出の関連について研究を進め、資源利用が直接、間接にもたらす土地改変ならびに生物多様性への影響について、どのように科学的知見を関連づけるのか、方法論の構築を目指した研究を進めた。

ガバナンスグループにおいては、リン資源リサイクル推進協議会ならびにリン資源戦略協議会と連携のうえ、協議会での議論の経緯をステークホルダー別に整理を行いつつ、リソースロジスティクスの可視化を通じて、資源の探索、採掘、精製、製造、使用、リサイクルまでにかかわるステークホルダーに、どのようなインセンティブが働いているのかを分析し、現段階で顕在化していないリスクについても、検討可能にするための方法論開発に向け、様々なリスクの類型化のための議論を進めた。

またサプライチェーンを通じた資源利用に関わるリスクの類型化、定量評価をデータベース化するために、JOGMECとの意見交換を行い、その可視化データベースの構築に向けたIT技術者との打ち合わせもすすめた。

### 3 - 3. 研究開発結果・成果

本年度は、リソースロジスティクス可視化手法の確立を行い、各事例研究グループと連携を図りつつ、モデルの開発、データベース構築を進めた。具体的にはマテリアルフロー分析(Material Flow Analysis: MFA)、関与物質総量 (Total Materials Requirements: TMR) ならびに産業連関分析手法(Input Output Analysis: IOA)に基づく、リソースロジスティクス可視化手法の提案に向け、モデルの開発、データベース構築を行ってきた。

可視化グループはH25年度に行ったインドネシアやオーストラリア、ニューカレドニア等のニッケル産出国での鉱山および製錬等の関連施設や周辺環境の現地調査を踏まえ、サプライチェーンを通じた資源利用に伴う資源端における問題の実態把握と可視化の為の方法論の構築を行った(中島・山末・村上)。また同じくH26年度に行ったフィンランド、ニューカレドニアをはじめとする海外ニッケル製錬所における製錬プロセスに関するヒアリングおよび資料収集を踏まえ、ニッケル製錬プロセスで拡散・散逸する稀少元素 (Co, Cr) に関するマテリアルフロー解析を行った(中島・松八重)。

事例研究：ニッケルグループでは国内外のニッケルのフロー解析ならびに廃棄物・副産物中に含有される未利用ニッケルフローの解析を行った。産業連関モデルと国際貿易に伴随するニッケルフローをGLIOモデルを用いて接続することで、我が国の経済活動によって牽引される直接・間接のニッケル需要量を定量評価し、地図上に可視化を行った。ニッケルの資源利用効率向上について関連するイノベーション技術の変遷と、その類型化を行うべく、平成25年度に続き、勉強会、専門家へのヒアリング等を通じたサーベイを行った（中島・松八重・山末・醍醐）。また資源利用に関わるステークホルダーのうち、産業界のイノベーション技術開発者にアンケートを実施し、外的要因（政治・環境・マーケット等）が技術選択にどのような影響をもたらしたかについて、解析を進め、イノベーション技術実装、牽引への影響について定量的な解析を進める準備を行った（中島・山末・松八重）。H26年度はニッケルの資源利用に伴う環境影響に関する文献調査を進めると共に、サプライチェーンの構造的把握と課題抽出を目的として、国内外のニッケルの物質フロー・サプライチェーン分析、加えて、資源利用に伴う生態系への影響を視野に置いて、資源採掘に伴う土地改変量の解析を実施した。更には、廃棄物・副産物等のニッケル含有二次資源の資源利用の高度化・高効率化の検討を進めた(Fig.1)。

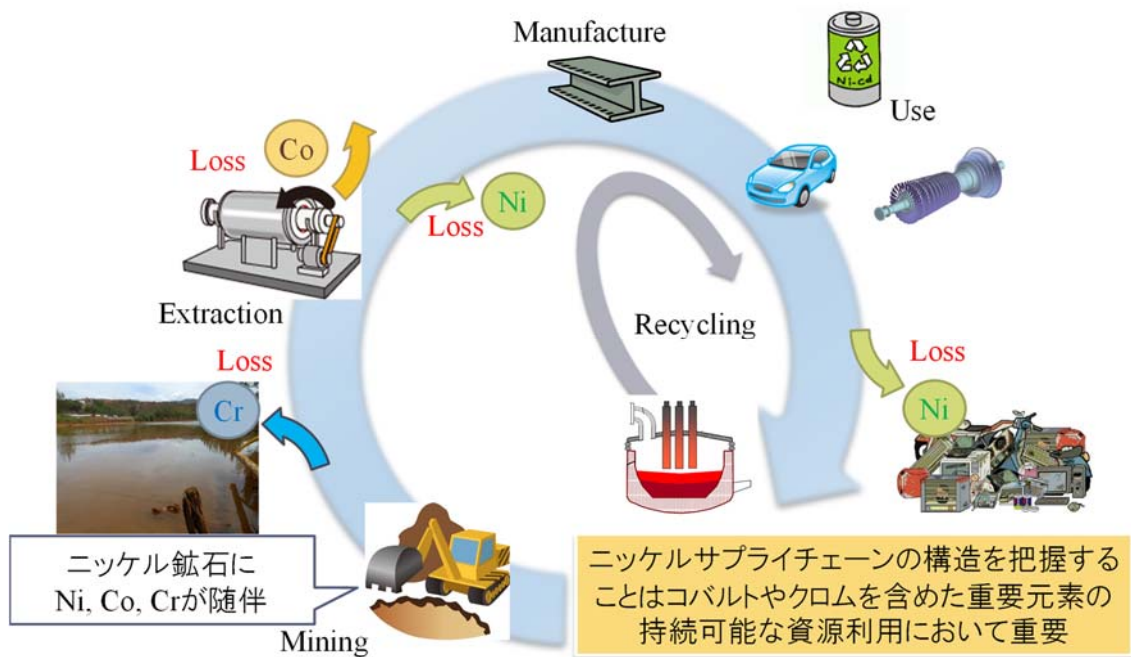


Fig.1 ニッケルサプライチェーンと随伴元素のロス、拡散

物質フロー・サプライチェーン分析では、世界全体の国際貿易に伴う移動量(国際マテリアルフロー量)、更には、日本の経済活動が誘引する国際マテリアルフロー量の定量評価をもとに、各情報について効果的な可視化の検討を進めた。解析により得られた231の国・地域の国際貿易に伴うニッケルの移動量を、世界9地域(および日本)・5品目に再集計して可視化した結果である。これにより、ニッケルの国際市場において、日本を含めたアジア、欧州、北米に資源の流れが集中している傾向などを把握する事が可能となった。また、これ

らの物質フロー・サプライチェーン情報にGLIO(Global Link Input-Output Model)を適用する事で、日本の経済活動が直接的あるいは間接的に誘引するニッケルの国際マテリアルフロー量についても解析と可視化を進めた。解析により、日本の経済活動(国内最終需要および輸出)が誘引するニッケルの移動量( $0.49 \times 10^6 \text{ t-Ni}$ )は、世界全体のニッケルの移動量( $2.7 \times 10^6 \text{ t-Ni}$ )の約18%に相当する事、更には、インドネシアやニューカレドニアなどの資源産出国への誘発が大きな割合を占めることなどが明らかとなった。この事は、ニッケルについて、サプライチェーンを通じた資源利用と環境影響の管理を進めていく上で、日本が大きな役割を持つことを示唆していると考えられる。資源散逸を回避して天然資源への寄与を削減する事を念頭に、リサイクルを含めた資源利用の高度化・高効率化などの生産側面からの技術革新、更には、適材適所への資源利用など消費の側面からの革新などの検討を進めていく事が重要と考えられる。

また、資源利用に伴う土地改変量の解析では、衛星画像解析を応用する事で、ニューカレドニアにおけるニッケル鉱石の採掘活動に伴う土地改変量の定量評価を実施した。これにより、長期時系列に渡る土地改変量の観測において、リモートセンシングの手法が有用であることを示した。また、採掘活動においては、選鉱施設・港湾施設などの付帯設備、あるいは先行剥土などによる改変などが無視できない影響を持つ鉱山などもある事などが明らかとなった。

更に、資源利用の高度化・高効率化の検討では、ニッケルめっき工程から発生する廃液・スラッジ等を対象として、廃棄物処理・リサイクルの現状、リサイクル技術の開発動向の調査をもとに、課題抽出を行った。ニッケルめっき廃液・スラッジ等は、発生物故に、含有するニッケルおよび不純物を含めた品位の保証は、困難であり、鉱物資源やその加工品を主原料にプロセスの最適化が進められているニッケル製造業や合金製造業等においては、再生原料としての利用において大きな課題を有する事は既知の事実である。加えて、日本のニッケル生産量(2010年、ニッケル地金:  $40.2 \times 10^3 \text{ t-Ni}$ , フェロニッケル:  $67.5 \times 10^3 \text{ t-Ni}$ , 酸化ニッケル:  $53 \times 10^3 \text{ t-Ni}$ )に対するニッケルめっき廃液・スラッジ等の発生量( $1.2 \sim 1.4 \times 10^3 \text{ t-Ni}$ 程度)は、量的に非常に小さく、再生原料としての獲得が期待できるニッケル含有二次資源の量も限定的である。現在、わずかにアジア・北米等への輸出が存在しているものの、質的・量的にも魅力が乏しい現在の状況では、リサイクルの促進が実現されるかは懐疑的にならざるを得ない。このため、リサイクル促進のために、発生物から生産物への転換を可能とする高付加価値化技術の確立と仕組み作りが望まれると考えられる。

事例研究：リングループにおいては国内フローを精緻化するとともに、国際貿易に随伴するリンフローについても明らかにし、我が国の最終需要が国内外で直接・間接的に必要とするリン資源量の推計を行った。さらにこれらのマテリアルフロー情報をもとに事例研究：生物多様性グループではニッケル資源、リン資源の利用がもたらすサプライチェーンを通じたリスクのうち、生物多様性損失に関わる影響を可視化する手法の開発と、その応用事例研究を進めた。

各元素の生産量と貿易量を分析し、国際貿易に伴う231国・地域間の元素の移動量を8地域・4品目(一部の元素は5品目)分類に集計した。各元素の国際サプライチェーンについて、Fig. 5に鉄鋼原料貿易に随伴するリンフローについて例示したように、リン移動量に関する情報を示した。解析により、鉱物資源の偏在に対して、各元素は多様な加工度の製品の形で取引されており、需要国の資源・産業政策に選択肢を与えるとともに市場の集中度

を緩和していることが明らかとなった。一方で、特定の品目（希土類金属、黄リンなど）については、供給国が集中していることも明らかとなった。

さらに、リン資源利用により生ずる種々のリスクを加味した、ライフサイクル全体での資源管理と、その可視化を行った。Fig. 2は、特に工業原料として重要な黄リンに着目して、その市場寡占度（HHI値）と輸入相手国におけるカントリーリスクをプロットした図である。我が国はドイツに次いで世界2位の黄リン輸入国であるが、輸入元のカントリーリスクを比較すると、ドイツと比較すると大きな市場集中により高いリスクが背後にあることが示された。

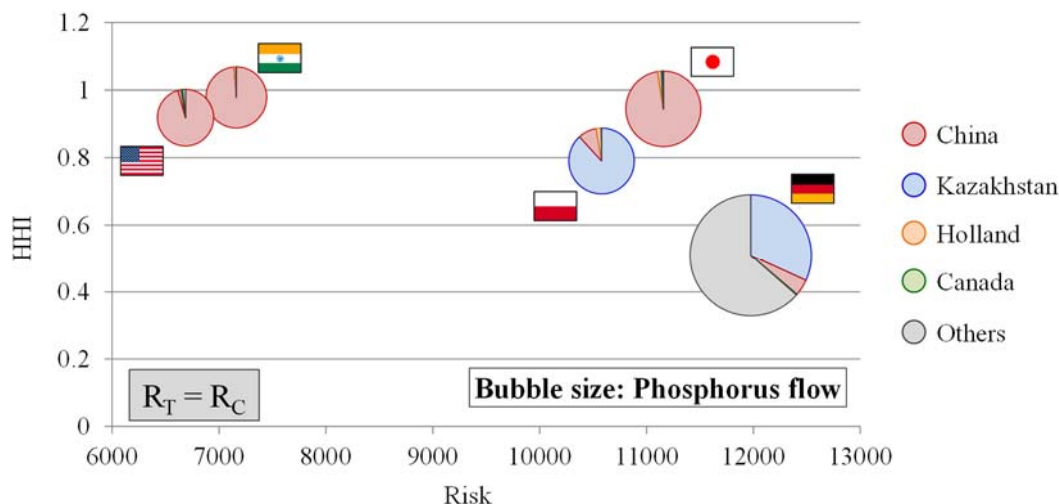


Fig. 2 黄リン貿易に伴随伴するカントリーリスクとHHIの関係

またガバナンスグループにおいては、リン資源リサイクル推進協議会ならびにリン資源戦略協議会と連携のうえ、協議会での議論の経緯をステークホルダー別に整理を行いつつ、事例研究；農業・食糧グループにおける知見とあわせて、リンのリソースロジスティクスに関わるステークホルダーの抽出ならびにイノベーション浮揚・牽引・実装に関わるステークホルダーガバナンスを解析した。

昨年度に引き続き、H26年度もリン資源リサイクル推進協議会ならびにリン資源戦略協議会と連携のうえ、協議会での議論の経緯をステークホルダー別に整理を行いつつ、事例研究：リングroupにおける知見とあわせて、リンのリソースロジスティクスに関わるステークホルダーの抽出ならびにイノベーション浮揚・牽引・実装に関わるステークホルダーガバナンスの解析を進めた。（鎗目・城山・三島・松八重・稲葉）またその成果はGlobal Environmental Researchにおけるアジアにおけるリン特集号に投稿、受理された（城山・鎗目）（2015年夏発刊予定）。さらにリソースロジスティクス可視化情報に基づき、ステークホルダー間におけるサプライチェーンリスク情報の共有に向けたプラットフォーム構築をめざし、JOGMEC、METIの各関係者と複数回の意見交換を行った（松八重・醍醐・村上）。さらにリソースロジスティクス情報を格納するウェブベースのデータベース構築のプロトタイプを作成のために、ウェブデザイナーとの複数回の打ち合わせを行い（松八重・中島）、最終年度までに成果出力を目指す。

このほかに2014年7月に22nd International Input-Output Conferenceでリソースロジステ



イクス可視化に関わるツールとしてのIO-MFA(Input-Output model based Material Flow Analysis)の特別セッションの企画運営、ならびに2014年8月4th Sustainable Phosphorus Summit(Montpellier, France)にてリン資源の国際ガバナンスに関わる研究発表ならびに意見交換を行った(鎗目・山末・松八重)

また2014年9月に日本鉄鋼協会第168回秋季講演大会において、環境・エネルギー・社会学部会、鉄鋼プレゼンス研究調査委員会とともにシンポジウム「鉄鋼プロセスにおけるリンの散逸と有効利用技術」を共同主催し、山末・松八重がそれぞれ講演、討論会司会を行った。

2014年10月にはWorkshop on Resource Logistics and Mining Responsibility(つくば、日本)を共催し、Dr. G. Mudd(Monash Univ. Australia)とDr.G.Corder(Univ. of Queensland, Australia), 齋藤和彦氏(KPMG AZSA Sustainability Co., Ltd.,Japan)を招いてディスカッションならびにポスター発表会を行った。さらに同月10th International Conference on EcoBalanceでのセッションオーガナイズならびに研究発表(南齋・中島・醍醐・山末・松八重)を行った。

2014年11月にメルボルンで開催されたISIE Socio-Economic Metabolism section conferenceでは可視化ツールとしてのマテリアルフロー分析の専門家が世界から集まり、本プロジェクトで生み出した成果を発信するとともに(松八重・南齋・山末・醍醐・村上)、有益な意見交換を行った。また2015年3月は日本LCA学会研究発表会にて、同様に本プロジェクトにおける成果発信を行った(松八重・山末・醍醐・村上・中島・湯)さらに同月International workshop of nitrogen footprint: Local reality and global connection(札幌、日本)では本プロジェクトで取り扱ってきたリンを事例としたリソースロジスティクス可視化手法の紹介を行うと同時に、これを環境負荷物質としての管理の重要性が強く認識されている窒素問題に適用した際に、どのような知見が得られるのか、7カ国から参加する30名の参加者を交えて意見交換を行った(三島・稲葉・南齋・山末・松八重)。

### 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
2014年4月30日	全体会合	東京大学	各Gr進捗報告、リソースロジスティクス可視化情報をどう活かすか、意見交換
2014年6月16日	可視化Gr 意見交換会	東京	リソースロジスティクス可視化について、外部有識者と意見交換を行った。
2014年7月1日	可視化Gr 意見交換会	東京	リソースロジスティクス可視化について、外部有識者と意見交換を行った。
2014年7月7日	可視化Gr 意見交換会	東京	リソースロジスティクス可視化について、外部有識者と意見交換を行った。

2014年8月6日	ニッケル資源リソースロジスティクス 意見交換会	東北大学	ニッケル資源リソースロジスティクスについて、国内フローと資源循環に関わる意見交換を行った。
2014年8月18日	ニッケル資源リソースロジスティクス 意見交換会	東北大学	ニッケル資源リソースロジスティクスについて、国内フローと資源循環に関わる意見交換を行った。
2014年8月18日	ニッケル資源リソースロジスティクス 意見交換会	大太平洋金属株式会社	ニッケル資源リソースロジスティクスについて、国内フローと資源循環に関わる意見交換を行った。
2014年10月10日	リソースロジスティクス可視化意見公開会	本田技術研究所	サプライチェーンを通じた資源の流れに関わるリスク可視化に関して意見交換を行った。
2014年10月26日	リソースロジスティクスと Responsibility in Mining意見交換会	エポカルつくば	Dr. Mudd, Monash Univ.ならびに Dr. Corder, Univ. of Queenslandを招いて、科学技術イノベーション政策とリソースロジスティクス可視化、資源利用の責任について意見交換を行った。
2014年11月12日	ニッケルリソースロジスティクス可視化ミーティング	東北大学	NTNU, 早稲田大学の研究者と会合、MaTraceモデルを用いた時間を通じた資源の流れに関する可視化について意見交換を行った。
2014年12月12日	リソースロジスティクス可視化意見公開会	京都大学	サプライチェーンを通じた資源の流れに関わるリスク可視化に関して意見交換を行った。
2014年12月22日	ニッケル資源リソースロジスティクス 意見交換会	東京	ニッケル資源リソースロジスティクスについて、国内フローと資源循環に関わる意見交換を行った。
2015年1月21日	PJ全体会合	東京大学	進捗報告ならびに、リソースロジスティクス可視化に関して意見交換を行った。
2015年1月27日	リソースロジスティクス可視化意見交換	東京	ニッケル、リンに関わる資源利用と、サプライチェーンを通じたリスク可視化に関する意見交換
2015年1月27日	リソースロジスティクス可視化意見交換	東京	ニッケル、リンに関わる資源利用と、サプライチェーンを通じたリスク可視化に関する意見交換

2015年2月 27日	リソースロジスティクス可視化 意見交換	東京	ニッケル、リンに関わる資源利用と、サプライチェーンを通じたリスク可視化に関する意見交換
----------------	------------------------	----	---

#### 4. 研究開発成果の活用・展開に向けた状況

本年度は、昨年度に引き続きリソースロジスティクス可視化手法の確立、提案を目指し、各事例研究グループと連携を図りつつ、モデルの開発、データベース構築を進めた。

今後、資源利用に直接間接に関与するステークホルダーの抽出と、イノベーション技術の実装に伴う様々なリスクの発生、取り除きがどのように行われるのか、歴史的なイノベーション技術実装を事例にとりつつ検討を進める。

本プロジェクトは、最終年度を迎えリソースロジスティクス可視化データベースの構築ならびにデータベースとマテリアルフロー情報を接続させる事例研究を応用先としてウェブベースのデータベース構築をすすめる。資源利用に関わるサプライチェーンリスクをデータベース化する際に以下の3つの課題に注力して引き続き、情報収集、解析、データベース構築を目指す。①資源供給に関わる地政学的情報の集積 ②資源調達に関わるリスクの類型化 ③ 資源利用に関わるリスク明確化。

研究成果の外部発信として、2015年度は秋に鉄鋼技術とリソースロジスティクス シンポジウムを日本鉄鋼協会 鉄鋼社会価値フォーラムとの共同開催を予定しており、現在準備中。また9月にリソースロジスティクス可視化手法とイノベーション技術開発に関わるサプライチェーンリスクに関するワークショップを開催する予定である。

#### 5. 研究開発実施体制

- ① グループリーダー：東北大学 松八重 一代
- ② 実施項目：研究総括（全体方針の設定、研究スケジュールの管理・最終アウトプットのイメージ策定）・リソースロジスティクスに基づく科学技術イノベーションを戦略的に推進支援するためのマニュアル作成

概要：時間的、空間的に異なる範囲のステークホルダーをもつ3つの事例研究グループから得られた知見を統合し、リソースロジスティクスの可視化に立脚した科学技術イノベーション戦略推進を支援する手法開発を目指す。

1. 各ワーキンググループの知見統合  
マルチステークホルダーガバナンスGrと協働し、その障壁解決に向けてどのような担い手へのアプローチが必要となるか、経済面・制度面・規制面から検討を行う。
2. 国内・国際ワークショップ企画運営・意見交換 総括  
中間年度と最終年度に国内外専門家を招き意見交換、政策へのフィードバック寄与を目的としたワークショップを開催する。また中間年度においては各事例研究において重要なステークホルダー、海外アドバイザーボードを交えた意見交換会を、現地調査をふまえて行う。
3. 科学技術イノベーションの浮揚と社会実装を目指すための、ステークホルダーの抽出と、対話の場の構築
4. 実装における障壁の解析と、その解決に向けた政策手段の評価を行う。各事例研究を通じた具体的な知見と、それに基づく科学技術イノベーション戦略推進支援に係わる

手法提案を行う。

(2) リソースロジスティクス可視化グループ (Resource Logistics Visualization Group:RLV Gr)

- ①グループリーダー：京都大学 山末 英嗣
- ②実施項目：リソースロジスティクス可視化手法の開発

概要：本グループでは以下の項目を明らかにする。

- 1. 科学技術イノベーションを必要とする分野のリソースロジスティクスの可視化
- 2. 期待されるリソースロジスティクス変化の定量評価
- 3. ステークホルダー間の知のギャップ探索
- 4. イノベーション技術実装による効果の可視化

具体的には産業連関表を基盤としたマテリアルフロー情報との接続モデルの提案と、ライフサイクル視点による関与物質総量、エコロジカルリュックサック等の指標を用いて、経済活動と物質の流れを統合的に可視化する手法の提案を行う。ここで提案するフレームワークを各事例研究グループで用いて、リソースロジスティクスの可視化と、事例研究グループで扱うイノベーション技術と資源利用との関係性を明らかにする。

(3) 事例研究：ニッケルグループ (Case study: Nickel, CS-Ni Gr)

- ① グループリーダー：国立環境研究所 中島 謙一
  - ② 実施項目：金属材料の国内・国際サプライチェーン分析、技術情報の類型化・解析
- 概要：本グループでは事例研究として特に金属資源に焦点をあてたイノベーションの浮揚と実装について検討を行う。金属資源利用に係わるイノベーションの牽引、実装は比較的狭い範囲で行われており、ステークホルダーの関与が明確であるケースが多い。また金属資源の大半を海外に依存している我が国は、その技術開発推進、実装段階でのリソースロジスティクスについて、これまでも注視をしてきている。また我が国の金属精錬、加工技術は世界的に高水準であり、その技術イノベーションは日本のみならず世界的に波及をもたらしている。事例研究を通じて、その技術浮揚と実装に係わるリソースロジスティクスの可視化と、関与するステークホルダーの抽出、役割について検証を行う。

具体的にはニッケルに着目し、ニッケルに関連する科学技術イノベーションと、その導入によるリソースロジスティクスの変化、社会・環境へのインパクトについて解析を行う。ニッケルの需要家として大きな役割を担う鉄鋼業界、非鉄金属精錬、また電池業界等への関連するイノベーション技術の技術開発の変遷と社会への導入についてヒアリング、研究会・シンポジウムの共同開催をおこないつつ、情報収集と技術の類型化を進める。これを行うにあたり材料戦略委員会、日本鉄鋼協会、日本金属学会等に協力を求め、情報収集、類型化、分析結果の検証等に関与していただく予定。

(4) 事例研究：リン資源グループ (Case Study: Phosphorus, CS-P Gr)

- ① グループリーダー：農業環境技術研究所 三島 慎一郎
- ② 実施項目：農業生産における肥料利用側から見たイノベーションの類型化・整理

概要：肥料原料代替に係わるイノベーションに焦点を当てて検討を行う。

より具体的にはリンに着目し、人工リン鉱石開発・廃棄物からの黄リン生産等のイノベ

ーション技術の浮揚と実装について、肥料メーカー、化学工業メーカー、農家、関連する省庁等にヒアリング、アンケートの実施等を通じて技術の類型化と実装に関わるステークホルダー抽出、障壁の探索を進める。これを行うにあたりリン資源リサイクル推進協議会、リン資源戦略会議に協力を求め、情報収集、技術類型化、分析結果の検証等に関与していただく予定。

**(5) 事例研究：生物多様性グループ(Case study: Biodiversity Group, CS-BD Gr)**

① グループリーダー：龍谷大学 菊池 隆之助

② 実施項目：生物多様性に係わるステークホルダー抽出、関連イノベーション導入・実装の影響分析

概要：科学技術イノベーションの実装において、影響を受けるにもかかわらず関与が少ない、見落とされるステークホルダーがある。科学技術イノベーションの時間的、空間的広がりを持った波及効果がこれを引き起こすことがしばしばである。本グループでは前述の事例研究では見落とされるステークホルダーの関与について考察を行う。特に生物多様性に影響をもたらす科学技術に焦点を当てて事例研究を行う。

より具体的にはニッケル、リン等に着目したリソースロジスティクスと、その供給もとである鉱山で発生する面的な影響としての生物多様性損失に着目した検討を行う。このことからニッケル、リンの需要と生物多様性との関連についてどのように関連があるのかを可視化すると同時に、科学技術イノベーションが引き起こす社会・環境への面的な影響についての情報提供について検討を行う。必要に応じて鉱山採掘の現場視察、資源供給に関与する商社、金属精錬業、現地研究機関へのヒアリング、アンケート等の実施を行いつつ、研究を進める。

**(6) マルチステークホルダー・ガバナンスグループ(Multi-stakeholder Governance Group, MSG Gr)**

① グループリーダー：東京大学 鎗目 雅

② 実施項目：リソースロジスティクスに基づく科学技術イノベーションに関する企業戦略、公共政策、制度設計

概要：事例研究を通じて、リソースロジスティクス可視化に立脚したイノベーションに係わるステークホルダーの抽出、イノベーションの浮揚と導入にどのような障壁があるのかを整理・検討を行う。

具体的には3つの事例研究（金属資源、農業・食糧、生物多様性）における、ステークホルダーの抽出ならびに技術の類型化等の分析結果をもとに、各ステージにおけるステークホルダー間の知のギャップを明らかにするとともに、このギャップを埋めるにはどのような情報提供、コミュニケーションが必要とされているか検討を行う。またリソースロジスティクス可視化を通じて、関与するイノベーション技術の浮揚、実装における障壁を整理し、これを解決するためにどのような方法が適切か検討を行う。またこのグループでの調査、検討をもとに総括グループで科学技術イノベーション戦略推進支援に係わる手法提案を進める。

## 6. 研究開発実施者

研究総括グループ：東北大学・東京大学

	氏名	フリガナ	所属	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
○	松八重一代	マツバエ カズヨ	東北大学 大 学院工学研究 科	准教授	研究総括・リソースロ ジスティクスに基づ く科学技術イノベー ションを戦略的に推 進支援するためのマ ニュアル作成	24	10	27	9
	平木岳人	ヒラキ タケヒト	東北大学 大 学院工学研究 科	助教	研究総括補佐・リソー スロジスティクスに 基づく科学技術イノ ベーションを戦略的 に推進支援するため のマニュアル作成	24	10	27	9
*	伊藤彩未	イトウ アヤミ	東北大学 大 学院工学研究 科	研究補 佐員	研究総括補佐。リソー スロジスティクス可 視化データの整理、ワ ークショップ、シンポ ジウム運営支援	24	11	27	9
	鎗目雅	ヤリメ マサル	東京大学 公 共政策大学院	特任准 教授	研究総括補佐・リソー スロジスティクスに 基づく科学技術イノ ベーションを戦略的 に推進支援するため のマニュアル作成支 援	24	10	27	9
	城山英明	シロヤマ ヒデアキ	東京大学 法 学政治学研究 科	教授	研究総括補佐・リソー スロジスティクスに 基づく科学技術イノ ベーションを戦略的 に推進支援するため のマニュアル作成支 援	24	10	27	9

リソースロジスティクス可視化グループ：京都大学・国立環境研究所

	氏名	フリガナ	所属	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
○	山末英嗣	ヤマスエエイジ	京都大学 エネルギー科学 研究科	助教	TMRを用いたリソースロジスティクス可視化手法の開発・金属資源	24	10	27	9
	中島謙一	ナカジマケンイチ	独立行政法人 国立環境研究所	主任研究員	TMRを用いたリソースロジスティクス可視化手法の開発・金属資源	24	10	27	9
	南齋規介	ナンサイケイスケ	独立行政法人 国立環境研究所	主任研究員	産業連関表を基盤としたリソースロジスティクス可視化手法の開発・金属資源	24	10	27	9

事例研究 ニッケルグループ：国立環境研究所・東京大学・京都大学・東北大学

	氏名	フリガナ	所属	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
○	中島謙一	ナカジマケンイチ	独立行政法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター 国際資源循環研究室	主任研究員	金属材料の国内・国際サプライチェーン分析、技術情報の類型化・解析、イノベーション導入・実装の影響評価・リソースロジスティクス可視化	24	10	27	9
	村上進亮	ムラカミシンスケ	東京大学 工学研究科	准教授	ニッケルに係わるイノベーション導入、実装の供給側ステークホルダーから見た影響分析	24	10	27	9
	山末英嗣	ヤマスエエイジ	京都大学 大学院エネルギー科学研究科	助教	ニッケルを含む鉄鋼材料に係わるイノベーション技術情報の類型化	24	10	27	9
	醍醐市朗	ダイゴイチロウ	東京大学 大学院工学研究科	准教授	ニッケルを含む鉄鋼材料に係わるイノベーション技術情報の類型化	24	10	27	9
	平木岳人	ヒラキタケヒト	東北大学 大学院工学研究科	助教	ニッケルならびに軽金属に係わるイノベーション技術情報の類型化	24	10	27	9

事例研究：リン資源グループ：農業環境技術研究所・国立環境研究所・東北大学

	氏名	フリガナ	所属	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
○	三島慎一郎	ミシマ シンイチ ロウ	独立行政法人 農業環境技術 研究所	主任研 究員	農業生産におけるリ ン資源利用側から見 たイノベーションの 類型化・整理	24	10	27	9
	稲葉陸太	イナバ ロクタ	独立行政法人 国立環境研究 所	主任研 究員	リン肥料代替資源と してのバイオマス利 用に係わるステーク ホルダー抽出	24	10	27	9
	松八重一代	マツバエ カズヨ	東北大学 大 学院工学研究 科	准教授	リンのリソースロジ スティクス可視化と、 イノベーション浮揚、 実装に係わる場の構 築、整理	24	10	27	9

事例研究：生物多様性グループ：龍谷大学・国立環境研究所・京都大学・東北大学

	氏名	フリガナ	所属	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
○	菊池隆之助	キクチ リュウノ スケ	龍谷大学 理 工学部 環境 ソリューション 工学科	教授	生物多様性に係わる ステークホルダー抽 出、関連イノベーシ ョン導入・実装の影響分 析	24	10	27	9
	馬奈木俊介	マナギ シュンス ケ	東北大学 環 境科学研究科	准教授	海洋生物多様性に係 わるステークホルダ ー抽出、関連イノベ ーション導入・実装の影 響分析	24	10	27	9
	中島謙一	ナカジマ ケンイチ	独立行政法人 国立環境研究 所	主任研 究員	ニッケルのリソース ロジスティクス可視 化と、生物多様性への 影響分析	24	10	27	9
	山末英嗣	ヤマス エ エイ ジ	京都大学 エ ネルギー科学 研究科	助教	ニッケルのリソース ロジスティクス可視 化と、生物多様性への 影響分析	24	10	27	9



マルチステークホルダー・ガバナンスグループ：東京大学・東北大学

	氏名	フリガナ	所属	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
○	鎗目雅	ヤリメ マサル	東京大学 公 共政策大学院	特任准 教授	リソースロジスティ クスに基づく科学技 術イノベーション関 する企業戦略、公共政 策、制度設計	24	10	27	9
	城山英明	シロヤマ ヒデアキ	東京大学法学 政治学研究科	教授	ガバナンスに関わる 制度設計を含むシス テムの設計	24	10	27	9
	馬奈木俊介	マナギ シュンス ケ	東北大学	准教授	リソースロジスティ クスに基づく科学技 術イノベーション導 入・実装の影響	24	10	27	9

## 7. 研究開発成果の発表・発信状況、アウトリーチ活動など

### 7-1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2014年 9月24日	鉄鋼イノベーション技術 とリソースロジスティク ス シンポジウム	名古屋大学	60人	鉄鋼技術の発展と鉄鋼石中に 随伴するリンは強い関連があ った。リンのリソースロジス ティクスと鉄鋼技術イノベ ーションについて、その歴史 的な変遷を概観し、将来にお ける資源制約にどのように対 応すべきかを議論した。
2014年 10月27 日	Workshop on Resource Logistics and Mining Responsibility	Tsukuba Internation al Congress Center (Epochal Tsukuba), Japan	30人	Dr. Mudd, Monash Univ.な らびにDr. Corder, Univ. of Queensland, 斎藤 和彦氏 (KPMGあずさサステナビ リティ) を招いて、科学技術 イノベーション政策とリソー スロジスティクス可視化、資 源利用の責任について意見交 換を行った。また学生による ポスターセッションも行う

				た。
--	--	--	--	----

## 7 - 2. 社会に向けた情報発信状況、アウトリーチ活動など

### (1) 書籍、DVD

・

### (2) ウェブサイト構築

・

### (3) 学会（7-4.参照）以外のシンポジウム等への招聘講演実施等

・

## 7 - 3. 論文発表

### (1) 査読付き（\_\_\_\_\_件）

#### ●国内誌（ 7 件）

- ・ 鎗目雅、グレゴリー・トレンチャー、「社会的課題の解決に向けたイノベーションの創出：ステークホルダー連携と社会実験の分析」、*研究 技術 計画*, **29** (2/3), 118-131 (2014).
- ・ 佐藤隼、佐藤俊秀、仲川祐司、林志洋、松本頌、城山英明、松尾真紀子、鎗目雅、「国内下水道からのリサイクル・リン普及の課題」、*社会技術研究論文集*, **11**, 108-118 (2014).
- ・ 中島 謙一、南斉 規介、松八重 一代、長坂 徹也：“グローバルサプライチェーンを通じた鉄の国際移動量”，*鉄と鋼*, Vol. 100, No. 6 (2014), pp.750-755
- ・ 山末英嗣、松八重一代、中島謙一、醍醐市朗、石原慶一：“使用済み自動車から得られる鉄スクラップの関与物質総量”，*鉄と鋼*, Vol.100, No.6, (2014), pp.774-783
- ・ 松八重 一代、飯塚陽祐、長村弘樹、大野 肇、中島 謙一、長坂 徹也，*廃自動車由来の鉄鋼スクラップソーティングのコストベネフィット解析*” *鉄と鋼*, Vol.100 No.6 (2014) pp.794-798
- ・ 松八重 一代、飯塚 陽祐、大野 肇、平木岳人、三木貴博、中島謙一、長坂 徹也，*自動車由来鉄鋼スクラップ再資源化における鉄鋼合金元素分配傾向*，*鉄と鋼*, Vol.100 No.6 (2014) pp.788-793
- ・ 中島謙一、南斉 規介、松八重 一代、長坂 徹也，*グローバルサプライチェーンを通じた鉄の国際移動量*” *鉄と鋼*, Vol.100 No.6 (2014) pp.750-755

・

#### ●国際誌（ 9 件）

- ・ Masaru Yarime, "Examining the Ecology of Commodity Trade Networks using an Ecological Information-Based Approach," *Journal of Industrial Ecology*, forthcoming.
- ・ Huang, Wei, Shenghui Cui, Masaru Yarime, Seiji Hashimoto, and Shunsuke Managi, "Improving Urban Metabolism Study for Sustainable Urban

- Transformation," *Environmental Technology and Innovation*, forthcoming.
- Shiroyama, Hideaki, Makiko Matsuo, and Masaru Yarime, "Issues and Policy Measures for Phosphorus Recycling from Sewage: Lessons from Stakeholder Analysis of Japan," *Global Environmental Research*, **19** (1), forthcoming.
  - K.Nakajima, K.Nansai, K.Matsubae, and T.Nagaska: "Material Flow of Iron in Global Supply Chain" , ISIJ International, Vol. 54 No. 11, (2014), pp. 2657-2662
  - K. Nakajima, Y. Otsuka, Y. Iwatsuki, K. Nansai, H. Yamano, K. Matsubae, S. Murakami and T. Nagasaka: "Global supply chain analysis of nickel: importance and possibility of controlling the resource logistics" , Metallurgical Research and Technology, 111, (2014) , 339-346
  - H.Ohno, K.Matsubae, K. Nakajima, S.Nakamura, and T.Nagasaka, Unintentional Flow of Alloying Elements in Steel during Recycling of End-of-Life Vehicles, Journal of Industrial Ecology, 2014, In press, DOI: 10.1111/jiec.12095
  - E.Webeck, K.Matsubae, T.Nagasaka, Phosphorus requirements for the changing diets of China, India and Japan" Environmental Economics and Policy Studies, (2014)
  - Nakamura, Shinichiro; Kondo, Yasushi; Kagawa, Shigemi; Matsubae, Kazuyo; Nakajima, Kenichi; Nagaska, Tetsuya, MaTrace: Tracing the fate of materials over time and across products in open-loop recycling" Environmental Science & Technology, 2014, 48 (13), pp 7207-7214
  - E.Webeck, K.Matsubae, K. Nakajima, K. Nansai, T.Nagasaka, Analysis of Phosphorus Dependency in Asia, SOCIOTECHNICA, 11(2014)119-126

(2) 査読なし ( 8 件)

- Yarime, Masaru, Cynthia Carliell-Marquet, Deborah T. Hellums, Yuliya Kalmykova, Daniel J. Lang, Quang Bao Le, Dianne Malley, Kazuyo Matsubae, Makiko Matsuo, Hisao Ohtake, Alan Omlin, Sebastian Petzet, Roland W. Scholz, Hideaki Shiroyama, Andrea E. Ulrich, and Paul Watts, "Dissipation and Recycling: What Losses, What Dissipation Impacts, and What Recycling Options?" in Roland W. Scholz, Amit H. Roy, Fridolin S. Brand, Debbie T. Hellums, and Andrea E. Ulrich, eds., *Sustainable Phosphorus Management: A Global Transdisciplinary Roadmap*, Dordrecht: Springer, 247-274 (2014).
- 中島 謙一, 三田村修一, 松八重 一代, 田中 幹也: "ニッケルめっき廃液・スラッジ等のリサイクルに向けた技術動向", 環境管理, Vol.9, No.9, (2014), 41-45
- 松八重一代, 科学技術イノベーション政策におけるコミュニケーションツールとしての LCA, 日本 LCA 学会誌, 10 (2014) 4, 435-436
- 中島 謙一, LCA の専門家による「閉じた議論」に留まらないために, 日本 LCA 学会誌, 10 (2014) 4, 437

- ・ 醍醐 市朗, 機能の向上による持続可能な社会の実現, 日本 LCA 学会誌, 10 (2014) 4, 440-441
- ・ 久保裕也, 松八重 一代, 長坂徹也, 亜鉛およびリン資源の現状と確保戦略, 表面技術, 66(3) (2015)86-90
- ・ 松八重一代, 大野肇, 中島謙一, 長坂徹也, 自動車リサイクルにおけるレアメタルロス, 環境科学情報, 43(4) (2014).0
- ・ 松八重一代, 中島謙一, 長坂徹也, 国際貿易を介したリンのマテリアルフローとアジアにおけるリン需要, 再生と利用, 38(146), pp. 4-8,(2014)

#### 7 - 4. 口頭発表 (国際学会発表及び主要な国内学会発表)

##### (1) 招待講演 (国内会議 3 件、国際会議        件)

- ・ 松八重一代, 化学工学会東北支部若手の会, 2014年6月14日
- ・ 中島 謙一, “ニッケルサプライチェーンとその生態系への影響”, 飛ばない鳥たちの世界, (2014/09/20 横浜市開港記念館)
- ・ 中島 謙一, “サプライチェーンを通じたニッケルの資源利用と環境影響”, (一社)表面技術協会 将来めつき技術検討部会 第18回例会, (2014/11/17, 回路会館)

.

##### (2) 口頭発表 (国内会議 4 件、国際会議 16 件)

- ・ Yarime, Masaru, "Emerging Experiences and Practices of Stakeholder Collaboration on Innovation for Sustainability: Implications for Technology Assessment in a Global Context," Session on Technology Assessment in East Asia: Experiences and New Approaches, Second European Technology Assessment (TA) Conference: Next Horizon of Technology Assessment, Berlin, Germany, February 25-27 (2015).
- ・ Kazuyo Matsuabe, International Input Output Conference, Lisbon, Portugal, 2014.7.14-19
- ・ Yarime, Masaru, "Governance of Sustainability Innovation through Stakeholder Platforms: Global Initiatives for Managing Phosphorus within the Planetary Boundary," Session: Sustainable Nutrient Management in the Anthropocene, International Alliance of Research Universities (IARU) Sustainability Science Congress, Copenhagen, Denmark, October 22-24 (2014).
- ・ Yarime, Masaru, Masahiro Sato, Ali Kharrazi, and Hirofumi Nakayama, "Resilience in Global Energy Systems: Implications of Network Governance for Sustainable Development Goals (SDGs)," 2014 International Conference on Sustainable Development Practice, Columbia University, New York, United States, September 17-18 (2014).
- ・ Yarime, Masaru, "Establishing Systems for Knowledge Integration on Phosphorus: Implications for the Governance of Sustainability Transitions," Studying Sustainability Transitions in Welfare States: A Research Agenda for Japan and the

- Netherlands, Dutch Research Institute for Transitions (DRIFT), Erasmus University Rotterdam, The Netherlands, September 10-13 (2014).
- Yarime, Masaru, "Transdisciplinary Approaches to Knowledge Integration through Stakeholder Platforms: Implications for Knowledge Commons for Sustainability, Second Thematic Conference on Knowledge Commons: Governing Pooled Knowledge Resources with Special Attention to the Fields of Medicine and the Environment, New York University School of Law, New York, United States, September 5-6 (2014).
  - Yarime, Masaru, "Establishing Stakeholder Platforms for Sustainable Phosphorus Governance: The Case of Japan," Round Table on National/Regional Phosphorus Platforms: Lessons Learned?, Sustainable Phosphorus Summit 2014, Le Corum, Montpellier, France, September 1-3 (2014).
  - Yarime, Masaru, "Governing the Process of Sustainability Transitions: Creation of Stakeholder Platforms for Sustainable Phosphorus Management," International Conference on Sustainability Transitions 2014: Impact and Institutions, Utrecht University, The Netherlands, August 27-29 (2014).
  - K. Nakajima, Y. Otsuka, Y. Iwatsuki, K. Nansai, H. Yamano, K. Matsubae, S. Murakami and T. Nagasaka, Global supply chain analysis of nickel: importance and possibility of controlling the resource logistics, 8th International Conference on Society & Materials, SAM8, Liège, 20-21 May 2014 (2014/05/20)
  - Shinsuke Murakami and Akitoshi Shindo: "Understanding Criticality with Material-Flow Information" Critical Minerals 2014, Westin Downtown Denver, USA, 3-5 Aug., 2014
  - Eiji Yamasue, Kenichi Nakajima, Shinsuke Murakami, Kazuyo Matsubae, Keiichi N Ishihara, TMR of Material Production and Recycling for Bottom-up Decoupling, ISIE-SEM conference, 17-19, Nov. 2014, Melbourne, Australia
  - Eiji Yamasue, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Ichiro Daigo, Shinsuke Murakami, Keiichi N Ishihara, How should we recycle scrap steel from End-of-Life vehicles in terms of TMR?, ISIE-SEM conference, 17-19, Nov. 2014, Melbourne, Australia
  - Kazuyo Matsubae, Masafumi Mizoguchi, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai and Tetsuya Nagasaka, IO-based phosphorus and nitrogen flow analysis focusing on the demand and supply structure in Asia, ISIE-SEM conference, 17-19, Nov. 2014, Melbourne, Australia
  - 中島謙一, 南斉 規介, 大塚 祐登, 松八重 一代, 長坂 徹也, “グローバルサプライチェーンを通じたニッケルの国際移動量”, 環境科学会 2014 年会 (2014/09/18-19, つくば国際会議場) (2014/09/19)
  - K.Nakajima, K.Nansai, H.Yamano, K.Matsubae, S.Murakami, Y.Ohtsuka, Y.Iwatsuki, and T.Nagasaka, Global flow of nickel: Identifying its supply chain and implication for sustainable resource management, The 11<sup>th</sup> International Conference on EcoBalance (Eco Balance 2014), 27-30 October 2014, Tsukuba, Japan (2014/10/30)

- Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Tetsuya Nagasaka, Resource logistics for sustainable management of agricultural nutrients, The 11<sup>th</sup> International Conference on EcoBalance (Eco Balance 2014), 27–30 October 2014, Tsukuba, Japan
- Eiji Yamasue, Kazuyo Matsubae, Keiichi N Ishihara, Total material requirement of food production and related materials in Japan, The 11<sup>th</sup> International Conference on EcoBalance (Eco Balance 2014), 27–30 October 2014, Tsukuba, Japan
- 
- 山末英嗣, 松八重一代, 石原慶一, 日本における食料生産の TMR とそのエネルギー・物質集約度評価, 日本 LCA 学会, 神戸大学, 2014 年 3 月 9-11 日
- 湯龍龍, 中島謙一, 村上進亮, 松田健士, 伊坪徳宏, 鉱床種類と採掘方法を考慮したニッケル資源採掘時の土地改変面積の推計, 日本 LCA 学会, 神戸大学, 2014 年 3 月 9-11 日
- 湯龍龍, 中島謙一, 村上進亮, 伊坪徳宏, IUCN レッドデータを活用した鉱山採掘時の生物多様性への影響の推計, 日本 LCA 学会, 神戸大学, 2014 年 3 月 9-11 日
- 
- (3) ポスター発表 (国内会議 2 件、国際会議 5 件)
- Yarime, Masaru, "Establishing Global Stakeholder Platforms for Sustainable Phosphorus Governance," Second European Sustainable Phosphorus Conference, Berlin, Germany, March 5-6 (2015).
- Yarime, Masaru, and Ali Kharrazi, "Exploring Resilience in Energy Systems: An Application of the Ecological Information-Based Approach," Energy Systems Conference: When Theory Meets Reality, London, United Kingdom, June 24-25 (2014).
- Yarime, Masaru, "Utilizing Knowledge Resources on Adaptation to Climate Change: Weather Insurance as an Institutional Tool for Promoting Community Resilience," Resilience 2014 Conference - Resilience and Development: Mobilizing for Transformation, Montpellier, France, May 4-8 (2014).
- Yuto Ohtsuka, Hajime Ohno, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Tetsuya Nagasaka, Global supply chain analysis for sustainable utilization of nickel, The 11<sup>th</sup> International Conference on EcoBalance (Eco Balance 2014), 27–30 October 2014, Tsukuba, Japan
- Takashi Yamamoto, Masafumi Mizoguchi, Kazuyo Matsubae, Kenichi Nakajima, Keisuke Nansai, Tetsuya Nagasaka, Substance flow analysis on agricultural nutrients focusing on nitrogen and phosphorus, The 11<sup>th</sup> International Conference on EcoBalance (Eco Balance 2014), 27–30 October 2014, Tsukuba, Japan
- 
- 山本高史, 松八重一代, 南斉規介, 長坂徹也, リン資源利用に関連するサプライチェーンリスクを加味したライフサイクル分析, 日本 LCA 学会, 神戸大学, 2014 年 3 月 9-11 日
- 大塚祐登, 大野肇, 松八重一代, 中島謙一, 南斉規介, 長坂徹也, ニッケルサプライチ

ェーンに伴う資源散逸問題に資するニッケル、コバルト及びクロムのフロー解析, 日本  
LCA 学会,神戸大学, 2014年3月9-11日

#### 7 - 5. 新聞報道・投稿、受賞等

##### (1) 新聞報道・投稿 ( 2 件)

- ・ 松八重一代 4/28 朝日新聞 (科学の扉) 人に欠かせないリン 輸入頼み、安定的  
確保が課題
- ・ Yarime, Masaru, "Can we build sustainable phosphorus governance?," Future  
Earth: Research for Global Sustainability, October 16 (2014).

##### (2) 受賞 ( 2 件)

- ・ 2014年5月 インテリジェントコスモス奨励賞 松八重一代
- ・ 2015年3月 日本鉄鋼協会西山記念賞 山末英嗣

##### (3) その他 ( \_\_\_\_\_ 件)

#### 7 - 6. 特許出願

##### (1) 国内出願 ( \_\_\_\_\_ 件)

##### (2) 海外出願 ( \_\_\_\_\_ 件)