

インターネット上の PRTR 情報ネットワーク 構造の把握に関する研究 — ネットワーク分析を用いた分析手法の提案 —

木村 道徳¹・井手 慎司²

¹ 学生会員 滋賀県立大学大学院 環境科学研究科 博士後期課程 (〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500)
E-mail: v10mkimura@cc.usp.ac.jp

² Ph.D. 滋賀県立大学 環境科学部環境計画学科助教授 (〒522-8533 滋賀県彦根市八坂町 2500)
E-mail: ide@ses.usp.ac.jp

本研究では、テーマを共有した複数の環境情報サイトによってインターネット上に形成される情報ネットワークの構造をネットワーク分析によって定量的に把握することを提案し、同分析手法を世界各国の 7 つの PRTR 情報サイトに適用した。その結果、単一サイト内の情報構造の基本は階層構造であるが、サイトによって階層間を結びつけるリンクの形態に大きな違いがあることや、同 PRTR 情報サイトの間にはすでにある程度の情報ネットワークが形成されていることなどが明らかとなり、これらによって、提案した分析手法の有効性を部分的にはあるが示すことができた。

Key Words : network analysis, environmental information, PRTR, Internet

1. はじめに

近年、世界的に導入が進んでいる PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) は、PRTR データという環境情報を幅広く社会で共有することを法的に定めた制度である。同制度に基づき、世界各国で、インターネット Web サイト (以下、PRTR 情報サイト) を用いた PRTR データの情報公開が進んでいる。

Web サイトによる PRTR 情報の公開・発信は、各国の行政機関のみならず、NPO 団体によっても活発になされている。日本においても、PRTR 情報は、環境省や経済産業省とともに、エコケミストリー研究会¹⁾や NPO 法人有害化学物質削減ネットワーク²⁾ (以下、T ウォッチ) などによっても発信されている。

一般的に Web サイトは、ページと呼ばれるドキュメントファイル (主に HTML ファイル) と、これらページを結び付けるリンクで構成されるネットワーク構造をもつ。また、それらサイト同士がリンクで結ばれることによって、インターネット上に複数の関連サイトによる情報ネットワーク (各サイト内およびサイト間の) が形成されている。

一方、PRTR 情報サイトのような環境情報サイトに關する既存研究としては、サイトのユーザビリティ³⁾や構

造分析⁴⁾、訪問者分析⁵⁾を行ったものなどがある。しかし、いずれの研究も単一サイトを研究対象としたものであり、複数の関連サイトでインターネット上に形成されているであろう環境情報ネットワークの構造把握までを視程に捉えた研究事例は見られない。

今後、環境情報のインターネット上での発信や共有をより効率的に行っていくためには、単独サイトによる情報発信とともに、関連するテーマをもつサイト群で形成される環境情報ネットワーク全体による情報発信を目指すが必要になると考えられる。しかし現在、インターネット上に存在する環境情報ネットワークの多くは、インターネットの性格上、特定の上位管理運営主体をもたず、各サイトの自発的な外部リンクの設定によって形成されていることから、効率的なネットワーク構造とはなっていない可能性が高い。

一方、インターネット上で公開される情報量が膨大なものとなっていく中、情報の検索性や有用な情報へのアクセスビリティの向上が求められるようになってきている⁶⁾。そのため、複数の関連サイト間に構造的な相互参照を設定して、より効率的な情報ネットワークを構築していくことが求められている⁷⁾。しかし、効率的な情報ネットワークの構築を目指すためには、イン

ターネット上の同ネットワークの構造を把握するための分析手法がまず確立されなければならない。

そのため本研究では、インターネットによる環境情報の発信・共有に関する研究の新たな分析の枠組みとして、Web サイトをページとリンクで構成されたネットワーク構造として捉え、テーマを共有した複数の環境情報サイトによって形成される情報ネットワークの構造をネットワーク分析によって定量的に把握することを提案する。また、同手法の有効性を検証するために、環境情報サイト中でも特に先駆的な事例であり、かつ、現在すでに複数サイトによる情報ネットワークが形成されていると考えられる PRTR 情報サイトに注目し、同サイト群によって形成されたインターネット上の PRTR 情報ネットワークの構造を同手法によって定量的に把握することを試みる。

本研究によって、インターネット上の環境情報ネットワークの構造を把握するための分析手法が提案できれば、まず、単一サイト内のネットワーク構造を把握することによって、各サイトの管理運営主体は、自サイトのユーザビリティを改善するための示唆を得ることができるようになる。次に、自サイトから他サイト、他サイトから自サイトへのリンク構造を把握することで、自サイトと他サイトの間の関係性を理解することができる。さらに、それらサイト間のリンク構造を各サイトの管理運営主体間で共有することによって、関連テーマに関するインターネット上の環境情報ネットワークの全体構造と同ネットワーク内における各サイトの位置づけや役割が明らかとなり、各サイトが同ネットワーク内での存在価値を高めるための示唆を得ることが可能になる。また、以上の結果として環境情報ネットワーク全体としての検索性や有用な情報へのアクセスビリティが向上するものと考えられる。

2. 調査研究の方法

(1) 調査対象 PRTR 情報サイト

経済協力開発機構（OECD）の公式サイト⁸⁾に現在、紹介されている加盟国担当省庁による行政運営型 PRTR 情報サイトは米国⁹⁾、カナダ¹⁰⁾、豪州¹¹⁾、チェコ¹²⁾、フランス¹³⁾、メキシコ¹⁴⁾、スイス¹⁵⁾、英国¹⁶⁾の 8 サイトである。一方、同サイトでは紹介されていないが、わが国の行政運営型 PRTR 情報サイトとしては環境省¹⁷⁾と経済産業省¹⁸⁾の 2 サイトがある。また、以上の 10 サイトから参照されている NPO 運営型 PRTR 情報サイトとしては、RTK NET¹⁹⁾と Scorecard²⁰⁾、T ウォッチ²¹⁾の 3 サイトがある。

本研究では、上記 13 サイトの中から表-1 に示す行政

運営型 5 サイト（TRI, NPRI, NPI, PRTR インフォメーション広場、化学物質排出把握管理促進法）と NPO 運営型 2 サイト（RTK NET, T ウォッチ）の合計 7 サイトを選んで、調査対象とすることにした（以下、調査対象サイト）。

同 7 サイトは、1) PRTR 情報に特化したサイトであること、2) PRTR データのみならず同制度に関する各種関連情報を掲載した総合的情報サイトであること、の 2 点を選定基準として選んだ。そのため、各種の提供情報の一部が PRTR 情報であるようなサイトや、PRTR データの公開や検索のみを目的としたようなサイトは除外されている。

(2) ネットワーク分析

本研究では、調査対象サイト内およびインターネット上の PRTR 情報ネットワークの構造をネットワーク分析を用いて解析する。

ネットワーク分析では一般に行列（以下、マトリックス）の形でネットワークを記述する。本研究では、PRTR 情報サイトのページとリンクの関係をネットワークとして捉え、同マトリックスの作成を行う（図-1 参照）。なお、Web サイトのページとリンクの関係には、リンク元とリンク先という向きが存在することから、同マトリックスは、有方向性の非対称マトリックスとなる。

また、マトリックスを作成する範囲は、調査対象サイト内に格納されている全コンテンツ（内部ページ）と内部リンク、外部サイトへ張られている外部リンク、外部リンクのリンク先の 1 ページ目（外部ページ）とする（総ページ数 6,102、総リンク数 10,600）（図-2 参照）。外部リンクおよび外部ページを調査範囲に加えることで、調査対象サイト内のみならず、外部サイトを含めたインターネット上の PRTR 情報ネットワーク構造の把握が可能となる。

表-1 調査対象 PRTR 情報サイト

サイト名	調査時点	運営主体	国
TRI	05/10/19	米国環境省	アメリカ
NPRI	05/11/25	カナダ環境省	カナダ
NPI	06/02/10	豪州環境省	オーストラリア
PRTR インフォメーション広場	06/01/15	日本環境省	日本
化学物質排出把握管理促進法	06/01/08	日本経済産業省	日本
RTK NET	05/12/13	同左	アメリカ
T ウォッチ	06/02/24	同左	日本

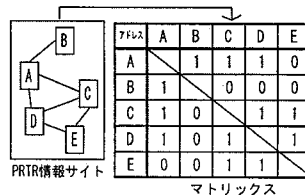


図-1 マトリックス作成方法

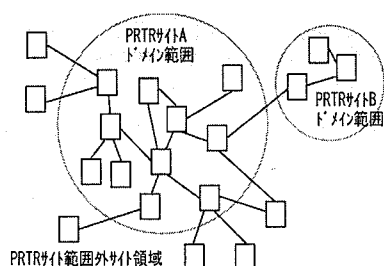


図-2 調査対象範囲

ただし、本研究の目的は PRTR 情報ネットワーク構造の把握であることから、調査対象サイト内であってもデータベース領域は調査対象外とする。また、ナビゲーション機能として全ページに共通して現われるような内部ページへのリンク（メニュー）も、意図的なリンクではないために調査対象外とする。

分析の手順としてはまず、上記の調査対象範囲に従って、調査対象サイトごとにマトリックスを作成する。続いて、同マトリックスを用いてネットワーク分析を行い、サイトごとの分析結果を比較することで、PRTR 情報ネットワーク構造の特性を明らかにする。なお、ネットワーク分析には専用分析ソフトである UCINET6²⁾を用いる。

3. 調査対象 PRTR 情報サイトの概要

調査対象サイトで公開されている主要なコンテンツを以下にまとめる。

まず、行政運営型サイトには、全サイトに共通して、各国の PRTR 制度に関するガイダンスと PRTR データの集計結果、データ届出のための企業向けの資料、関連する法令や規則、対象化学物質に関する情報などが掲載されている。また PRTR の生データを検索することのできる Web データベースを備えているサイトもある。ただし日本では、PRTR の生データの開示には請求が必要であるため、環境省および経済産業省の PRTR 情報サイトでは生データは公開されていない。

NPO 運営型のサイトは、PRTR データを市民向けにわかりやすく再集計・加工し、発信することを目的としている。そのため、PRTR データを検索することのできるデータベースが主要なコンテンツとなっている。また PRTR データを理解するために必要だと考えられる制度の解説や対象化学物質に関する情報などは、掲載されているか、あるいは外部ページへの参照リンクが用意されている。

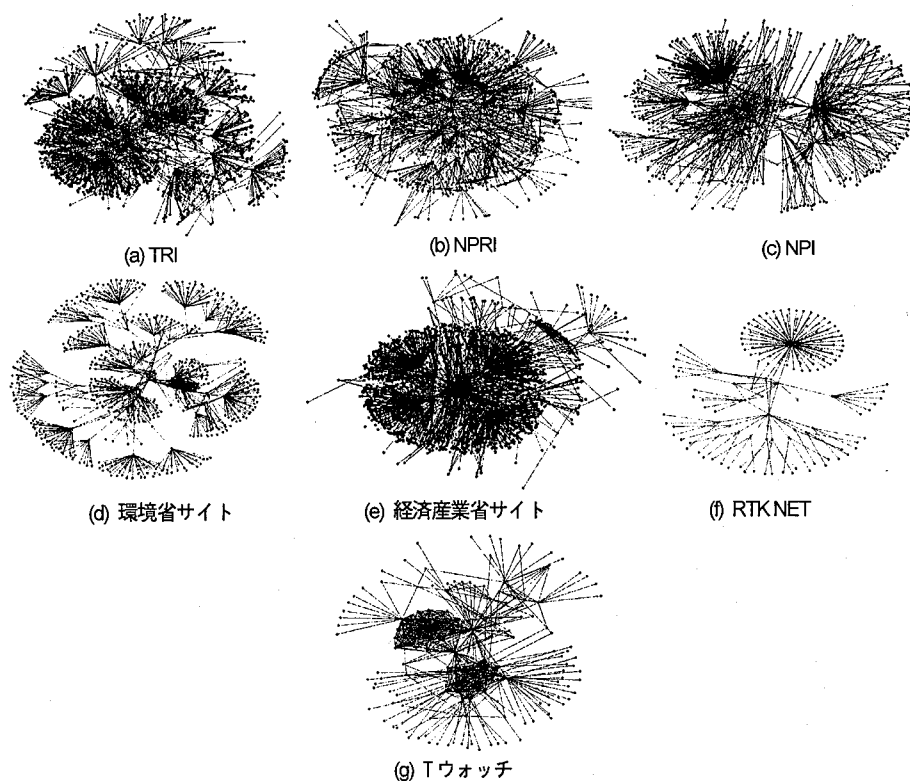


図-3 調査対象 PRTR 情報サイトのネットワークグラフ

4. PRTR 情報ネットワーク分析の結果と考察

以下、調査対象サイトに対して行ったネットワーク分析の主要な結果を報告する。

(1) PRTR 情報サイトの情報ネットワーク構造

ネットワーク分析の結果得られた調査対象サイトの情報ネットワーク構造をネットワークグラフとして描画したものを図-3 に示す。図において点はページを、線はリンクを表している。グラフの描画には UCINET6 に付属している Pajek を用いた。

ネットワーク分析の結果、いずれのサイトも階層構造を基本として、階層間を結びつけるリンクが追加された情報構造になっていることがわかった。特に RTK NET や環境省サイトのグラフは、両サイトが階層構造をもつことを明確に表している。一般的な Web サイトにおいても、トップページを頂点とする階層構造が多い²⁾。

(2) PRTR 情報サイトのページ数とリンク数の集計

Web サイトは、基本的にページとリンクで構成される。このことから、両者の総数を集計することでサイトの規模をある程度把握することができる。そこで調査対象サイトのページとリンク数の集計を行った。その結果を表-2 に示す。表には、ページとリンクを内部と外部に分けた集計結果も合わせて示している。

a) 総ページ数

表に示すように、行政運営型サイトの総ページ（内部＋外部ページ）数は、日本の経済産業省が最も多く、NPRI が最も少なかった。また、経済産業省と同じ日本の環境省サイトとの間には約 1000 ページ以上の差がある。これは後者が PRTR 集計データや関連資料をガイドブックという形で別途公開しているのに対して、前者は年度毎に都道府県別集計データや報道発表資料、審議会データなどをサイト上で公開しており、コンテンツ量が多いためである。

表-2 PRTR 情報サイトの総ページ数と総リンク数の集計

	総ページ数	内部ページ	外部ページ	外部ページ割合
TRI	1,644	1,372	272	20%
NPRI	861	591	270	46%
NPI	646	489	157	32%
環境省	649	594	55	9%
経済産業省	1,991	1,927	64	3%
RTK NET	143	57	86	151%
Tウォッチ	168	124	44	35%
	総リンク数	内部リンク	外部リンク	外部リンク割合
TRI	2,058	1,710	348	20%
NPRI	2,353	1,660	693	42%
NPI	1,554	1,316	238	18%
環境省	959	888	71	8%
経済産業省	2,490	2,403	87	4%
RTK NET	156	65	91	140%
Tウォッチ	1,030	970	60	6%

NPO 運営型は、両サイトとも 200 ページ未満であった。これは、両サイトの主目的が PRTR 情報をわかりやすく再集計・加工し、その結果をデータベースとして公開することであり、制度そのものに関する情報ページが少ないためである。

総ページ数はサイト間でのばらつきが大きい。これは、各サイトの運営目的や方針によって情報のまとめ方や公開する範囲が大きく異なっているためであると考えられる。

b) 外部ページの割合

行政運営型サイトにおいて外部ページ数が総ページ数に占める割合は、日本の 2 つのサイトの割合が海外の 3 つのサイトと比べて、極端に低かった。これらのサイトの外部ページへのリンク形態を比較したところ、日本の 2 つのサイトはリンク集からの外部リンクがほとんどであったのに対して、海外の 3 サイトではリンク集以外のページにおいても関連する外部ページへの参照（リンク）が多く見られた。

NPO 運営型では、RTK NET が内部ページよりも多くの外部ページを、Tウォッチは総ページ数の 3 割強の外部ページを参照していた。これら NPO 運営型サイトは、先にも述べたように、自サイト内では PRTR 制度に関する情報を多く持たず、外部サイトを参照することで補完している。このことが外部ページへの参照が多い原因になっていると考えられる。

c) 総リンク数

表に示すように、総リンク数に関しても、サイトによって大きなばらつきが見られた。また TRI と NPRI を比べたとき、総ページ数は TRI の方が NPRI より倍近く多いが、総リンク数は NPRI のほうが多い。したがって、総ページ数が多いサイトが単純にリンク数も多いわけではないようである。

また、1 ページあたりのリンク数を集計したところ（表-3）、最も多い Tウォッチで約 6 リンク、最も少ない RTK NET で約 1 リンクであった。これらサイトのリンク形態を比較すると、1 ページあたりのリンク数が少ないサイトは文章のみでリンクの無いページが多く、リンク数が多いサイトでは、各ページに、関連する他ページへのリンクがきめ細かく用意されていた。

表-3 1 ページあたりのリンク数

	リンク数
TRI	1.25
NPRI	2.73
NPI	2.41
環境省	1.48
経済産業省	1.25
RTK NET	1.09
Tウォッチ	6.13

(3) PRTR 情報サイトのサイズと平均距離

Web サイトでは一般的に、1つのページから他のページに移動するために、たどらなければならないリンク数（ページ間の距離）が多くなるほど、アクセスビリティが低下するといわれる。ただし、数百ページからなるサイトにおいて、全ページへのリンクを数ページに収めることは、ユーザビリティの観点から逆にアクセスビリティの低下をもたらす恐れがある。テーマによって違いがあると考えられるが、PRTR という特定のテーマを掲げる情報サイトには、同情報サイトに適したページ間の平均距離が存在するものと考えられる。

以上のことから調査対象サイトにおいて、平均いくつのリンクをたどればサイト内の全ページにたどりつけるのかという、ページ間の平均距離（サイズ）を算出した。また、あわせて調査対象サイトの全てのページ間における最短距離の最大値をもとめることで、ネットワークの（サイト）直径を算定した。平均距離と直径の算出結果を表4 にまとめる。表に示すように、行政運営型サイトでは、環境省サイトのサイズが最も小さく、平均で3つのリンクをたどればほとんどのページにアクセスすることができる。これに対して、最もサイズが大きいのは NPI サイトで、平均で6つのリ

表4 ネットワークサイズとしての平均距離と直径

	平均距離	直径
TRI	4.97	10
NPRI	5.08	10
NPI	5.57	14
環境省	2.67	5
経済産業省	4.55	9
RTK NET	2.31	4
Tウオッチ	3.99	7

ンクをたどらなければ全ページにアクセスすることができない。ところが、これら2つのサイトの総ページ数はほとんど同じであり、総リンク数に関しては NPI サイトのほうが多い。したがって、情報ネットワークのサイズは、ページ数やリンク数によってのみ規定されるわけではないようである。

実際に、上記2つのサイトのリンク形態を比較すると、図-3 のグラフが示すように、環境省サイトは、全ページがきれいに整理されており、階層構造が平面的で、サイトの直径が示すように、最大でも5つのリンクをたどれば全ページにアクセスできる構造になっている。これに対し NPI サイトでは、TOP ページに用意されているメニューにおいてですら、すでに2段階の階層構造でページが分類されており、全体的にも厳格

表5 調査対象 PRTR 情報サイトにおける中心性の高いページ内容

	Outlink	ページ内容	Inlink	ページ内容
TRI	115	TRI エクスプローラーによる TRI データの州別集計情報	33	TRI データベース
	94	PRTR 関連の法律や条令、大統領令	14	TOP ページ
	74	TRI に関する活動を推進する際の、疑問やコメント	10	TRI データを得るための方法
	71	TRI データ公開に関する、疑問やコメント	9	EPA TRI に関する連絡フォーム
	70	02 年度に発表された TRI 関連の報道資料	8	TRI-ME ソフトに関する概要
NPRI	74	NPRI データ報告に関する各種資料	86	TOP ページ
	58	NPRI 関連出版物	32	2002 年度版大気汚染物質排出量推定方法技術ガイド
	57	NPRI 関連サイトリンク集	29	大気汚染物質排出基準と危険性評価データベース (EPA)
	55	レポート作成のためのソフトウェアガイド	28	2001 年度 NPRI レポートガイド
	29	2002 年度版大気汚染物質排出量推定方法技術ガイド	28	2002 年度 NPRI レポートガイド
NPI	96	化学物質排出量推定技術マニュアル	94	関連用語集
	95	NPI 対象物質リスト	92	NPI 物質の健康と環境基準に関するガイドライン
	94	業種別化学物質排出量推定技術マニュアル	92	NPI のバックグラウンドにある情報と概念
	52	リンク集	45	NPI 対象化学物質選定のための委員会レポート
	52	NPRI 関連資料出版物	25	連絡の取り方
環境省	47	公共用水域の名称	16	届出手続きの流れ
	40	事業者向け排出・移動量算出マニュアル	16	PRTR 対象事業者選定方法
	34	サイトマップ	16	事業者向け排出・移動量の算出マニュアル
	33	PRTR に係わる法令	16	届出方法
	33	平成9年度パイロット事業報告書について	16	事業者の責務
経済産業省	249	平成13年度集計結果（集計表）	45	対象化学物質と対象製品について
	249	平成14年度集計結果（集計表）	44	対象事業者選定方法
	249	平成15年度集計結果（集計表）	44	排出量等の算出方法
	248	平成16年度集計結果（集計表）	44	企業の排出データ届出方法
	85	届出外排出量の推計方法等に係わる資料	44	PRTR データの開示請求に関して
RTK NET	75	RTK NET の情報源とリンク集	4	OMB WATCH：政府機関の活動を監視する団体
	14	RTK NET による TRI データベース	3	OMB WATCH：政府の TRI データ公開更新に抗議するコメント募集
	10	TOP ページ	3	RTK NET による TRI データベース
	8	RTK NET 自体に関する紹介	2	TOP ページ
	7	RTK NET の活動方針の変更に関する紹介	2	RTK NET の Web サイトの紹介
Tウオッチ	64	サイトマップ	57	有害化学物質削減ネットワークサイト利用の条
	36	国による PRTR 集計結果公表に関する Tウオッチコメント	27	Tウオッチの目的、活動方針、活動目標等
	27	「身の回りの化学物質を減らすために」セミナーの内容	27	設立趣意書（趣旨、申請に至るまでの経過）
	27	「ヨハネスブルグ・サミット参加者に聞く」セミナーの内容	27	Tウオッチの紹介と定款
	26	化学物質汚染のない世界をめざして EU の新しい化学物質規制-REACH に関する国際シンポジウムの内容	26	平成16（2004）年度事業計画

な階層構造でページがまとめられている。サイト直径が 14 であることが示すように、ページによっては、多くのリンクをたどらなければ、たどり着くことができない構造となっている。

また TRI と NPRI、経済産業省のサイトでは、平均距離およびサイト直径がそれぞれ約 5 と 10 で、ともに非常に近い値を示している。これらの値が PRTR 情報サイトにおいては、平均的なものであると考えられる。

(4) PRTR 情報サイトの中心性分析

Web サイトのページにおいては、他ページに向かっているリンク（アウトリンク）を多く持つページは、多くの情報を参照しているいわゆるハブ（メニュー）的な機能を持ったページであり、また、他ページから多くリンクされている（インリンク）ページは、頻繁に参照されることから、サイト内において基本的または重要な情報が掲載されているページであると考えられる²⁹⁾。

以上のことから、ネットワーク分析における中心性分析を用いて、調査対象サイトの各ページごとのリンク数の集計を行った。アウトリンクとインリンクそれぞれ多い順に、上位 5 番目までのページの内容をまとめた集計結果が表-5 である。以下、サイトごとに見られた主要な傾向をまとめる。

TRI でアウトリンクの多いページ（以下、OL ページ）には、TRI データの州別集計情報や関連法規、条文、TRI に関する各種疑問やコメントなどのページがあり、これらのページからは幅広い行政情報へのリンクが張られている。インリンクの多いページ（以下、IL ページ）としては TRI データベースや TRI データ取得のための方法などが上位にある。インリンク数を多くすることによって TRI データへのアクセス機会を増やそうとしているものと考えられる。

NPRI の OL ページには、NPRI データ報告に関する資料や NPRI 関連の出版物、NPRI 関連サイトリンク集などのページがあり、同ページから NPRI 制度に関連する資料を幅広く参照している。IL ページとしては、大気汚染物質排出量推定方法技術ガイドや年度別の NPRI レポートガイドなど、解説的な資料が多くのページからの参照を集めている。

NPI の OL ページには、化学物質排出量推定技術マニュアルや対象化学物質リストなどのページがあり、同ページから他ページへのリンクが多く見られる。IL ページとしては、関連用語集や化学物質の環境基準に関するガイドライン、対象化学物質選定に関するレポートなどが上位を占め、多くのリンクを集めている。このように NPI では、化学物質排出量の推定に関する一連の情報が豊富に公開されており、また、アクセス機

会も多く用意されている。

環境省サイトの OL と IL ページでは、公共用水域の名称や排出・移動量算出マニュアル、届出手続きの流れや対象事業者選定方法など、事業者向けの届出方法に関する豊富な情報が公開されており、また多くのページから参照できるようになっている。

経済産業省サイトの OL ページは、年度別の集計結果のページが上位を占めており、同ページから多くのページが参照されている。IL ページとしては対象化学物質と製品についての解説や対象事業者選定方法など、事業者向けの情報ページが参照を集めている。

RTK NET の OL ページは、RTK NET データベースの情報源と関連情報へのリンク集や TRI データのデータベースなど、データベース関連のページから多くのリンクが張られている。IL ページとしては、インリンク数が他のサイトよりも少ないものの、政府機関の活動に関する団体である OMB Watch の協力を受けて Web データベースの構築を行っていることから、同データベースへの参照が見られる。

T ウォッチの OL ページには、セミナーやシンポジウムに関する情報へのリンクが多い。IL ページとしては、サイト利用の条件や活動目的・方針、設立趣意書などの団体自体に関する情報が多くのページから参照されている。

(5) リンク分布とクラスタリング係数

Web サイトにおいて 1 つしかリンクを持たないページは、末端に位置するドキュメント的なページであり、逆に 10 を超えるリンクを持つページは、複数のドキュメントを取りまとめているメニュー的なページであるといえる。また、その中間のページは、ドキュメント的なページにリンクが付加されたページか、あるいは少数のドキュメントを取りまとめているサブ・メニュー的なページであるといえるだろう。以上のことからリンク数の分布を調べることで、PRTR 情報サイトにおけるドキュメントページのまとめ方の把握を行うことができると思われる。

そこで調査対象サイトの各ページがもつリンク数の分布の調査を行った（表-6）。また表-6 のそれぞれのリンク数分布の各クラスにあるページが持つリンク数

表-6 ページ当たりのリンク数の分布

リンク数	1	2～9	10≥
TRI	86%	10%	4%
NPRI	38%	48%	14%
NPI	42%	51%	7%
環境省	84%	7%	9%
経済産業省	94%	3%	3%
RTK NET	84%	14%	2%
T ウォッチ	46%	18%	35%

表-7 リンク数分布における各段階ページのリンク数合計が全リンク数に占める割合

リンク数	1	2~9	10≤
TRI	34%	14%	51%
NPRI	7%	40%	53%
NPI	9%	43%	48%
環境省	29%	10%	62%
経済産業省	37%	4%	58%
RTK NET	38%	29%	33%
Tウォッチ	4%	6%	90%

の合計が、サイト全体の総リンク数に占める割合を集計した結果が表-7である。

表-6によると、TRIと環境省、経済産業省サイトでは、1つしかリンクを持たないページが全体の80%を越えており、複数リンクを持つページは全体の約15%程度しかない。しかし逆に、10%未満しか存在しない10以上のリンクをもつページのリンク数の合計が総リンク数の約50%を占めている。このことは、これらサイトが、1つのリンクしか持たない多数のドキュメントページがリンクを多数持つ少数のメニューページにぶら下がっている明確な階層構造をもつことを意味している。

また、NPRIとNPIは、2~9のリンクを持つページが全体の半数を占めている。また、表-7からは、2~9のリンクを持つページのリンク数の合計が、全リンク数の約40%を占めていることがわかる。NPRIやNPIでは、各ドキュメントページにおいて関連する情報を持つページ間のリンクがきめ細かく用意されており、ドキュメントページ同士が互いに結びついた構造になっているようである。

以上のことを確認するために、調査対象サイトのクラスタリング係数を求めてみた。クラスタとは任意の3つのページ間において全ての相互リンクが存在する状態をいい、同係数はネットワーク内においてクラスタが形成されている度合いを指標化したものである。同係数は1に近づくほどクラスタを形成する度合いが高く、ネットワーク内が稠密であることを示す。

一般に、クラスタリング係数の高いWebサイトは、各ページ間に相互のリンクが設置されており、関連するページ間の移動が比較的容易であるといわれる。しかし、同係数が高すぎると、関係性の薄いページ間にもリンクが張られている可能性が高く、ユーザビリティの観点からアクセスビリティが低下する恐れがある。このようなことから、Webサイトにおけるクラスタリング係数にはある程度適正な値が存在すると考えられる。

調査対象サイトのクラスタリング係数を求めた結果を表-8に示す。計算の結果、最も同係数が高かったのはTウォッチで0.57、最も低かったのはRTK NETの0.05で、ともにNPO運営型サイトであった。

表-8 PRTR情報サイトのクラスタリング係数

	クラスタリング係数
TRI	0.178
NPRI	0.300
NPI	0.197
環境省	0.272
経済産業省	0.314
RTK NET	0.054
Tウォッチ	0.570

RTK NETはリンク分布において1つのリンクしか持たないページが大半を占めており、また、ネットワークグラフが示すように、1ページからOLをもたない複数ページがぶら下がる、クラスタの少ない構造となっている。また同係数が高かったTウォッチを実際に閲覧してみると、関連情報ごとにページがいくつかにまとめられており、それら関連する情報を持つページ間にはリンクがきめ細かく設定されている（クラスタを形成している）ことがわかった。さらにリンク数の集計においても、1つしかリンクを持たないページが少なく、1ページ当たりのリンク数の平均が約6と多いことから、さらに多くのクラスタを形成することが可能な情報構造になっている。

一方、TRIと経済産業省サイトを比較すると、ともに1ページあたりのリンク数は1.25であり、ページ数は、経済産業省サイトの方が多くに関わらず、同係数は経済産業省がTRIより0.136高い結果になっている。これは、経済産業省サイトがページを関連情報ごとにまとめ、関連するページ間にリンクを用意しているのに対して、TRIでは関連するページ間にリンクが少ないためであると考えられる。

(6) PRTR情報サイト間ネットワーク

最後に、調査対象PRTR情報サイト間のネットワーク構造を明らかにするために、各サイトの外部リンクの中から調査対象サイトのアドレスを抽出し、マトリックスの作成を行なった。作成したマトリックスをもとに、PRTR情報サイトのネットワークグラフを描画した結果が図-4である。図においては、リンク数が多いページほど矢印の線が太くなっている。

ネットワークグラフから、調査対象サイトは、これら7つのサイトによって1つの情報ネットワークを形成していることがわかる。しかし、日本の3つのサイトは海外のサイトからまったく参照されておらず、一方的に参照（リンク）をするだけの位置にある。同3サイトの情報が英語化されていないことが、この最大の原因として考えられる。

また、このネットワークの平均距離を求めたところ1.32であり、ほとんどのサイトが約1つのリンクで結びついていることがわかった。

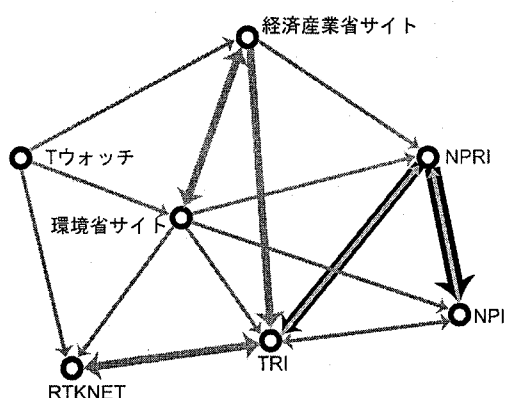


図4 インターネット上のPRTR情報ネットワーク

表9 PRTR情報ネットワークの中心性

-	Outlink	Inlink
TRI	4	14
NPRI	74	4
NPI	2	67
環境省	5	3
経済産業省	5	2
RTKNET	1	4
Tウオッチ	3	0

次に、このネットワークの中心性を求めた結果が、表-9である。表に示すように、アウトリンクではNPRIが、インリンクではNPIが非常に高い数値を示している。これはNPRIがNPIの多くのページを参照しているためである。この関係を省くと、アウトリンクでは環境省と経済産業省が5で外部への参照（リンク）を最も積極的に行っており、インリンクではTRIサイトが14と最も多くの外部サイトから参照（リンク）されていた。

最後にクラスタリング係数を求めたところ0.471であった。比較対象がないため断言はできないが、テーマを共有しているネットワークとしてある程度稠密なネットワークが形成されているのではないかと考えられる。

(7) ネットワーク分析の結果と考察

以下、PRTR情報サイトを調査対象としたネットワーク分析の結果を総合的に考察する。

まず、調査対象サイトの規模を把握するために、総ページ数と総リンク数の集計を行ったところ、サイト間でのばらつきが大きいことがわかった。各国のPRTR制度の違いによる公開可能な情報の違いやサイトデザインとしての情報分類方法、また各国の制度導入時期やWebサイト運営開始期間の違いによる公開可能な情報量の違いなどが、この原因として推察される。したがって、PRTR情報サイトの適正規模を、ページ数やリ

ンク数から単純に判断することはできないものと考えられる。

次にPRTR情報サイトのネットワークのサイズを把握するために、平均距離とサイト直径を算出した。その結果、TRIとNPRIが、総ページ数と総リンク数が異なるにも係わらず、平均距離と直径がともに非常に近い値を示すことがわかった。両サイトは運営実績が長く、これまでに大幅なサイトのリデザインを幾度か経ている。また、その結果、現在の情報分類構造が似通ったものになっていることがわかっている⁴⁾。一般的なWebサイトにおいては、リデザインによって、よりユーザビリティに優れた構造を目指すことから、TRIとNPRIがともに示すこれらの値は、PRTR情報サイトにおける適正值に近いものであると推察される。

また、中心性分析を用いてPRTR情報サイトにおけるハブページの特定と、多くのページからリンクされている重要度の高いページの特定を行なった。その結果、TRIでは、PRTRに関する行政情報ページから多くのリンクが張られており、また、TRIデータやデータ取得に関する情報に多くのリンクが集まっていることがわかった。これは、アメリカにおけるTRI制度が知る権利法から生まれた情報公開への指向性強い制度であることに関係しているものと考えられる。

また日本や豪州（NPI）ではPRTR制度が導入されて比較的時間もないことから、化学物質排出量の推定のための資料やPRTRデータ届出方法など、企業向けの届出に関する情報ページから多くのリンクが張られ、また、多くのリンクが集中していた。

経済産業省サイトでは、PRTRデータの年度別集計結果からのリンクが多いが、逆に同ページへのリンクは少なく、同ページへのアクセスがあまり重要視されていないことが推察された。

TRIやNPRIなどの運営期間の長いPRTR情報サイトにおいては、PRTRデータベースやPRTRデータ報告書へのリンクが多く用意されており、アクセス機会が多く設定されている。日本の行政運営型サイトやNPIなどの比較的、開設されて間もないサイトにおいても、今後Webサイトのリデザインを行なう中で、PRTRデータへのアクセス機会を増やすために関連ページに同データへのリンクを増設するなどの努力が必要になると考えられる。

また、クラスタリング係数を算出した結果、関連したページ間において、きめ細かくリンクを設定していたNPRIや経済産業省サイト、Tウオッチにおいて同係数が高いことがわかった。このことから、関連情報ごとにページをまとめ、相互にリンクを設置することで、クラスターが形成されアクセスビリティが高まる

ことが示唆される。

最後に、調査対象サイト間のネットワークを分析したところ、国や運営主体を超えたインターネット上の PRTR 情報ネットワークがすでにある程度形成されていることがわかった。同情情報ネットワークは、調査対象サイト間に相互リンクに関する取り決めがあったわけではなく、自然自発的に形成されたものと推察される。他のテーマを共有する環境情報サイト間においても、このようなインターネット上の情報ネットワークの形成が有益であろう、と考えられる。

また日本の行政運営型 PRTR 情報サイトは海外の同情情報サイトを参照はしているが、海外の同情情報サイトからは参照されておらず、海外の情報ネットワークから孤立していることがわかった。ネットワーク拡大の観点からすると、今後、日本の PRTR 情報サイトは、できうる限り日英併記にするなどの、海外サイトから参照されるようなサイト作りを目指す必要があると考えられる。

5. まとめ

本研究では、インターネット上の環境情報ネットワークの構造をネットワーク分析によって定量的に把握するために次のような手法を提案した。

- 手順 1) 単一環境情報サイト内のページと内部リンクの関係性を調査し、有方向性の非対称マトリックス (図-1) を作成する。
- 手順 2) 上記マトリックスを用いたネットワーク分析によって同サイト内の情報ネットワーク構造を把握する。
- 手順 3) 同サイトについて外部サイトへ張られている外部リンクと外部リンクのリンク先の 1 ページ目 (外部ページ) を調査する。
- 手順 4) 上記 3) の調査をテーマを共有する複数の関連環境情報サイトについて実施して、インターネット上の同サイト間のリンク構造を表す有方向性の非対称マトリックスを作成する。
- 手順 5) 上記マトリックスを用いたネットワーク分析によって、インターネット上の同テーマに関する環境情報サイト間のネットワーク構造を把握する。

また、上記の分析手法を世界各国の 7 つの PRTR 情報サイトに適用した結果、次のような知見が得られた。

- 1) PRTR 情報サイトは、一般的な Web サイトと同様に、階層構造を基本とし、階層間を結ぶリンクが追加された情報構造をもつ。
- 2) PRTR 情報サイトのネットワークサイズは、総ページ

数や総リンク数には依存せず、サイト内の情報分類方法に大きく依存する。また幾度かリデザインを経ている TRI と NPRI サイトのネットワークサイズが非常に近いことから、両サイトが示す平均距離約 5、直径 10 の付近に PRTR 情報サイトのネットワークサイズとしての適正値が存在すると推察される。

- 3) 関連する情報ごとにページをまとめて相互に参照 (リンク) することで、一連の関連情報ページへのアクセスビリティに優れた情報構造を構築することができる。
- 4) PRTR 情報ネットワークがすでにインターネット上に形成されている。しかし、海外のサイトから日本のサイトへの参照はなく、同情情報ネットワークの今後の拡大のためには、日本のサイトは日英併記にするなどの、海外サイトからの参照を獲得するための努力を必要とする。

以上のように、PRTR 情報サイトには限定されるが、本研究で提案した分析手法によってインターネット上の環境情報ネットワークの定量的な把握が可能であること、これらネットワークの構造の把握が今後の効率的な環境情報ネットワークの構築において有用な知見をもたらすであろう可能性は示せたものと考えられる。

参考文献

- 1) エコケミストリー研究会：<<http://env.safetyeng.bsk.ynu.ac.jp/eecochemi/PRTR.html>>, 2006-03-17.
- 2) NPO 法人 有害化学物質削減ネットワーク：<<http://www.toxwatch.net/>>, 2006-03-17.
- 3) 黛陽子, 秦ヒョジョン, 長幾朗：環境情報サイトと利用者間の問題解決研究, 環境科学会誌, Vol.16, No.3, pp.211-218, 2003.
- 4) 木村道徳, 井手慎司：行政運営型 PRTR 情報公開サイトの変遷に関する研究, 第 32 回環境システム研究論文発表会講演集, pp.293-298, 2004.
- 5) 木村道徳, 井手慎司：アクセスログ解析による NPO 運営型環境情報サイトの利用状況の把握に関する研究—NPO 法人びわこ豊稷の郷サイトを事例に一, 環境システム論文集, Vol. 33, pp.105-113, 2005.
- 6) George Chang, Marcus J. Healey, James A. M. McHugh, Jason T. L. Wang：Web マイニング, pp.74-77, 共立出版, 2004.
- 7) 大澤幸生：チャンスの発見の情報技術, pp.138-153, 東京電機大学出版局, 2003.
- 8) OECD Pollutant Release and Transfer Registers：
<http://www.oecd.org/department/0,2688,en_2649_34411_1_1_1_1_1,00.html>, 2005-12-16.
- 9) Toxics Release Inventory：<<http://www.epa.gov/tri/>>, 2006-03-08.
- 10) National Pollutant Release Inventory：<http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri_home_e.cfm>, 2006-03-10.

- 11) National Pollutant Inventory : <<http://www.npi.gov.au/>>, 2006-02-09.
- 12) Czech PRTR : <<http://www.ecn.cz/PRTR/>>, 2005-11-16.
- 13) Registre francais des emissions polluantes :
<<http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/>>, 2005-11-16.
- 14) Instituto Nacional de Ecologia :
<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/327/1.html?id_pub=327>, 2005-11-20.
- 15) SwissPRTR :
<http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/fachgebiete/fig_stoffe/projekte/swissprtr/index.html>, 2005-11-20.
- 16) Pollutant Inventory home page :
<<http://www.environment-agency.gov.uk/business/444255/446867/255244/>>, 2005-11-22.
- 17) PRTR インフォメーション広場 : <<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/risk0.html>>, 2006-03-18.
- 18) 化学物質排出把握管理促進法 : <http://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/law/index.html>, 2006-03-20.
- 19) RTK NET : <<http://www.rtknet.org/>>, 2006-02-20.
- 20) Scorecard : <<http://www.scorecard.org/>>, 2005-11-22.
- 21) UCINET 6 : <<http://www.analytictech.com/ucinet.htm>>, 2005-11-28.
- 22) (株)ビービット : ウェブ・ユーザービリティールールブック, p.82, インプレス, 2001.
- 23) Albert-Laszio Barabasi : 新ネットワーク思考, p.84, NHK 出版, 2002.

A STUDY ON NETWORK STRUCTURE OF PRTR INFORMATION ON THE INTERNET — PROPOSAL OF A NEW ANALYTICAL METHOD WITH NETWORK ANALYSIS —

Michinori KIMURA and Shinji IDE

In this study, a new analytical method with network analysis was proposed for capturing quantitatively the structure of Internet information network that consists of environmental information Web sites with the common theme, and applied to seven Web sites for Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) in the world. As a result, it was revealed that the type of link between different layers within a PRTR site differs one site to another while basic network structure of the site is hierarchical; and certain degree of information network has already formed among the PRTR sites. The results showed the validity of the proposed method if only partially.