

学術俯瞰の技法

俯瞰学の手法として前回は学術俯瞰を紹介したが、その具体的な技法について今回は説明しよう。

学術俯瞰とは、出版公表されている膨大な学術論文を、ある領域を設定しその全体像を俯瞰する俯瞰学の技法である。伝統的に研究者は研究内容を論文という形式化された文書として、その分野の研究者が発表の場とする論文誌に投稿する。各論文誌はその分野の専門家からなる校閲委員会を持ち、内容を精査し、その論文の獨創性、新規性、そして有効性を確認できた場合にその学会誌に公表する。その条件として研究論文はその先駆的な研究、あるいは関連する研究を参考文献として明示的に引用する必要がある。学術俯瞰の一つの技法は、この論文の引用関係を利用して研究論文の間の関係性を抽出し、関係する多数の論文の集合体として、当該学術分野の研究活動の俯瞰をする。あくまでコンピューターによる情報処理は、記号処理であって内容の意味的な理解を伴うものではない。従って学術の俯瞰にはその分野の専門家の介入が必要である。もう一つは、論文内のキーワー

現代社会を俯瞰する

松島 克守

Katsumoti Matsushima



PROFILE

まつしま かつもり
俯瞰工学研究所 所長(東京大学 名誉教授)
東京大学工学部卒業、IHI航空機エンジンの生産技術者を経て、東京大学で生産システムの知能化、アレキサンダー・フンボルト財団奨学研究員としてベルリン工大でCAD/CAMの研究に従事。その後日本IBMでパソコン、製造業のマーケティング戦略の責任者、プライスウォーターハウス日本法人常務取締役を経て、99年より東京大学工学系研究科教授。経営戦略学専攻で「俯瞰経営学」を講義。総合研究機構・機構長、イノベーション政策センター長等を歴任、09年3月退官。現在も地域活性化プロジェクトの支援、プラチナ構想ネットワークなどを推進するとともに、上場企業の社外役員など経済活動にも参画。(NPO) ビジネスモデル学会会長、(NPO) ITコーディネータ協会理事などを務め、主な著書に『知の構造化の技法と応用』、『地域新生のデザイン』、『MOTの経営学』などがある。

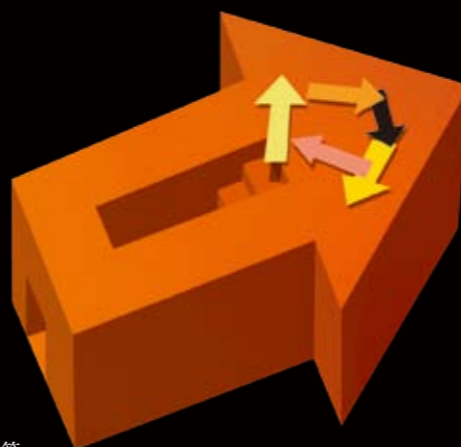


Illustration: ネモト門筆

ドの含有率による技法があるが、これは次回以降、別に解説しよう。
どちらの技法にせよ、まず巨大なデータベースから当該分野の論文を抽出するプロセスにおいて適切な検索語の選択に専門家の知識が必要となる。この時対象とする領域が限定的な専門分野であれば、その専門家は容易に適切な検索語、すなわち検索クエリを選択・決定できる。場合によっては検索する学会誌を限定することもできる。一方複数の学術分野に広く関連する、学際領域や複合領域の学術俯瞰においては対象と想定する領域を代表する検索語を選択することは容易ではない。例えば前俯瞰図を紹介した環境学の分野は、現在、社会的、経済的、政治的に大きな課題となっている。図を見ればわかるように、関連する学術分野は

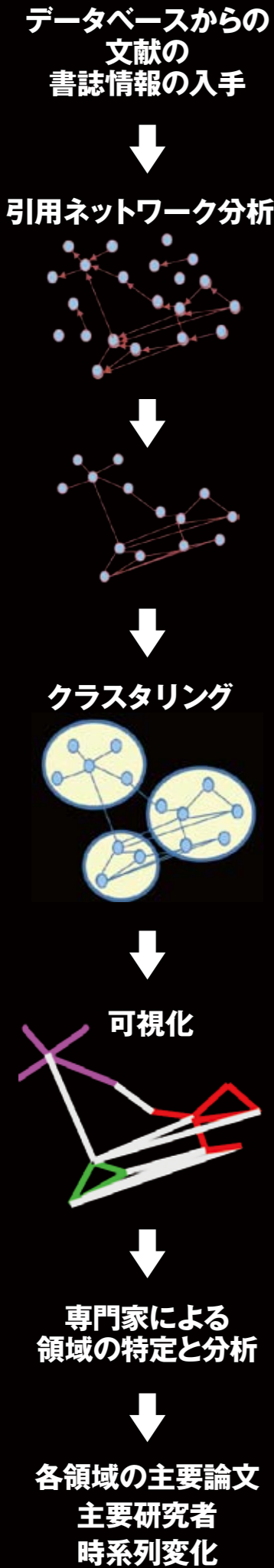
論文を引き出し、その引用関係から論文間の関係性を構築し、それをネットワーク図として可視化する処理はプログラムとしてシステム化できる。その可視化した関係性から意味を引き出すプロセスは再びその領域の専門家の知識が必要となる。ここでいう専門家は必ずしも最先端の研究者である必要はないが、学術用語とその意味がよく理解できる水準の専門家は必要となる。
検索クエリを用いてデータベースから論文を抽出しその引用関係から生成すると、多くの論文から引用されている重要な論文、あるいは重要なレビュー論文が判明する。その論文からその分野における重要な研究者および研究機関も同定される。さらに研究論文のネットワークにおいて特に濃密な関係を有する論文の

グループをクラスターリングの手法によって同定できる。これを俯瞰対象の学術分野内の特定専門分野とみなすことができる。対象学術分野はこの特定専門分野の集合である。
クラスターリングによって同定されたグループに共通するキーワードを分析することによってその分野が何を研究対象としているか同定できる。さらにその特定専門分野をクラスターリングし、それを構成する学術分野の同定も可能である。その特定専門分野の中にそのグループの中の論文から多くの引用を獲得している論文、研究者はネットワーク理論で言うハブである。一方、特定専門分野間に引用関係を持つ論文は学際性を高め、新たな創造性を生む可能性の研究論文とも言える。以上の技法を図解すれば図1になる。(1)知の構造化の技

[図1] 論文引用分析による学術俯瞰の技法

法と応用」(俯瞰工学研究所 2011)
太陽電池の学術俯瞰
低炭素社会の実現に期待されていた太陽電池であるが、3・11以降その期待は急激に高まった。太陽電池は元々は日本が技術革新のリーダーであり、シャープ、三洋、京セラ等が世界市場の大半を押しさえていた時代があったが、ある時から欧米そしてコストで中国に抜き去られた経緯を持つ。ここでは技術戦略については言及しないが、その太陽電池に関して議論するとき関連技術を俯瞰するに認識があったかに、興味があった。そこで太陽電池に関する学術俯瞰を行ってみた。エネルギー全体の学術俯瞰は前回に紹介しており、そ

の中にはつきりと、太陽電池の研究領域は密接に引用された研究活動があることは確認されている。その、太陽電池の研究活動の俯瞰的理解のために、Scopusを検索クエリとして、学術論文データベースを検索すると16,199(1959-2006)論文が存在した。この中で引用のネットワークを形成している13,682論文を、図1に示す技法で分析し可視化した学術俯瞰が図2である。
この俯瞰図から、太陽電池の研究は大きく、シリコン系、化合物系、色素増感型、有機系の4分野(クラスター)に分かれる事が判る。各クラスター形状と、それに含まれる論文数とその発行年の平均値は重要な示唆を与えてくれる。環境分野の俯瞰図とちがひ、4つの研究分野は



まとめがあり、高度に専門化された研究分野として確立されていると判断できる。さらにその平均年が1995年のシリコン系が先行し、次いで1998年の化合物系、そして2002年の有機系と続き、最新の研究分野は2003年の色素増感型であることが判る。

さらに、4分野を分析するとその内部構造が見えてくる。太陽電池の研究はこの結果、18の先端研究分野から構成されていると認識してよいだろう。ここで特に注目すべき結果は最も論文の発表平均年が若い、2004年の有機系の共役系高分子とプラスチックフィルム、そして色素増感型の電解質である。NEDOが発表しているPV2030という太陽電池のテクノロジロードマップには、「新材料」とか「新構造」、「シリコンでも化合物でもない」技術で2030年には7円/kWhを実現するとあるが、それはまさにこの俯瞰図にある、電解質、プラスチックフィルム、共役系高分子に他ならない。かくも明示的に最先端が学術俯瞰から解明できることが分かった。

政府も企業も、この学術俯瞰という地図なしに、技術戦略を論じ、研究資金の配分をするのでしょうか。

[図2] 太陽電池研究の学術俯瞰

