

OR学会賞の変遷と学生論文賞のOR的選考方法

山下 英明

日本 OR 学会は創立 60 周年を迎えたが、学会賞の歴史も 1967 年に大西記念文献賞が創設されて以来、受賞対象によって種々の賞が創設され、改革も繰り返し行われてきた。本稿では、OR 学会賞の歴史を振り返るとともに、部分的な順位づけが与えられたもとで、合理的な全体の順位づけを提示する Condorcet-Kemeny の方法を説明し、この方法を学生論文賞の選考に適用した事例を紹介する。

キーワード：日本 OR 学会学会賞、学生論文賞、Condorcet-Kemeny の方法、適合度

1. OR 学会賞の変遷

1967 年、日本 OR 学会最初の学会賞である大西記念文献賞が創設された（最初の授与は 1968 年）。この後、受賞対象によって種々の賞が創設され、また改革も繰り返され、現在では九つの学会賞が存在している。図 1 は学会賞の変遷をまとめたものである。

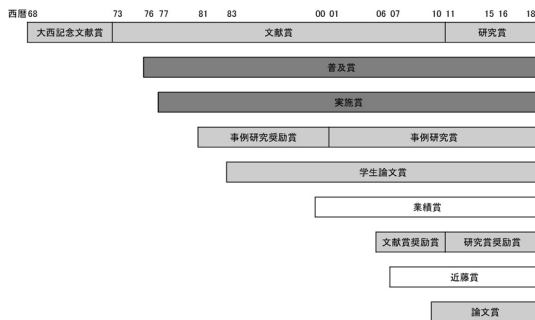


図 1 OR 学会賞の変遷

1.1 文献賞から研究賞へ

大西記念文献賞は、第 2 代 OR 学会会長の故 大西定彦名誉会員の御好意により、OR 関係の 40 歳以下の比較的若い研究者に励みを与えることを目的として創設された。この賞は 1973 年からは文献賞と名前を変え、長きにわたり OR 学会最高の賞として、毎年 OR 分野の最も優秀な研究者を表彰してきた。さらに、2006 年、文献賞と同様な趣旨で 35 歳以下のより若い研究者を対象とした文献賞奨励賞が創設され、学位を取得したばかりの研究者に対する研究の奨励に寄与してきた。これに伴い、文献賞受賞の 40 歳以下という年齢制限は

取り除かれた。

文献賞は OR 関係の優秀な論文を対象にするとされていたものの、受賞対象論文の主著者 1 名に授与されていたため、受賞対象が研究者なのか論文なのかが曖昧であった。そこで、2011 年、これらの賞を優秀な研究者に授与する賞として明確に定義し直し、名称も研究賞、研究賞奨励賞に変更した。これに伴い、選考対象も当該研究者が執筆した過去 5 年間（研究賞奨励賞では過去 2 年間）の複数の論文とし、ある期間における研究者の業績を総合的に評価することになった。これに先立ち、2010 年には優れた論文に授与する賞として、論文賞が創設され、OR 学会の論文誌（JORSJ および TORSJ）に掲載された論文のうち最も優れた論文の（共著者も含め全員の）著者を表彰している。

このほか、優れた研究に対する学会賞としては、事例研究を対象として 1981 年に創設された事例研究奨励賞（後に事例研究賞）や、修士論文・卒業論文を対象として 1983 年に創設された学生論文賞がある。事例研究賞は、とすれば理論研究偏重になりがちな OR 研究にあって、実学としての OR が本来果たすべき事例研究に焦点を当てるという意味で、重要な役割を果たしている。また、学生論文賞は、OR のテーマで修士論文・卒業論文を作成する学生の励みとなり、受賞者の中からは多くの OR 研究者が誕生している。学生論文賞には、毎年多くの推薦があり、表彰委員会では十分な時間をかけて厳正な選考を行っている。その選考方法については、次節で詳しく説明する。

1.2 普及賞、実施賞の創設

日本 OR 学会が創立して 20 年が経過したころ、優れた研究を対象とする賞とは別に、OR の普及・実施の功労者を対象とする賞として、普及賞、実施賞が相次いで創設された。

普及賞は、OR の普及に大きな貢献を行った個人、グ

やました ひであき
首都大学東京大学院社会科学部経営学専攻
〒 192-0363 東京都八王子市南大沢 1-1

ループ、企業を対象に、1976年に創設された。このころ、創立以来OR学会を築いてきた方々の中には一線を退く方が出始めていたため、永年にわたり教育、研究、学会活動などを通してORの普及に尽力されてきた功労者に授与することが目的であったと思われる。しかし、2000年の松井知己氏や2002年の久保幹雄氏のように、ときにはORの普及に独自の多大な貢献をされた若手の研究者にも授与されており、ORの普及に寄与した方を幅広く表彰している。

同じころ、ORの普及に伴い、ORを業務や活動において実践し、成果を挙げる企業や団体が現れてきた。実施賞は、このような個人、グループ、企業を表彰することを目的に1977年に創設された。創設以来、主に賛助会員企業の中からOR実践の成果を研究発表会やOR誌で発表したアクティブな企業に授与されてきた。最近では、2006年の南山大学ORチーム「プロジェクトN」や2016年の九州大学マス・フォア・インダストリ研究所富士通ソーシャル数理共同研究部門のように、大学で構成された研究チームが全体で取り組んだOR実践に対して授与されるケースも見られる。

1.3 ORへの貢献を称える業績賞、近藤賞

2000年以降、ORの研究・教育・普及・実施への貢献を総合的に評価する賞が二つ創設された。その一つは、故 本間鶴千代先生の寄付金をもとに2000年に創設された業績賞である。業績賞は、当時40歳以下が対象だった文献賞を補完する役割もあり、40歳以降も優れた研究業績を残した研究者や、研究に限らず各分野で優れた成果を挙げてきたOR学会を代表する会員が選考されている。この賞は、対象を40歳以上60歳以下の会員が対象であったが、60歳を過ぎてもなお活発に研究活動をされている研究者が多くなってきたことから、2017年から対象を40歳以上65歳以下に拡大した。

日本OR学会が創立50周年を迎えた2007年には、わが国のORの研究、普及、教育の分野で傑出した業績を挙げた個人またはグループを称え、ORを広く社会に周知させることを目的として、近藤賞が創設された。これ以後、近藤賞は日本OR学会において最も荣誉ある賞と位置づけられている。近藤賞の名称は、本学会会長、日本学術会議会長を歴任され、2002年に文化勲章を受章された近藤次郎先生のお名前を冠している。近藤賞は2年に一度、近藤賞選考委員会において選考が行われ、これまで茨木俊秀氏、小島政和氏、宮沢政清氏、藤重悟氏、福島雅夫氏の、いずれも日本OR学

会を代表する世界的な研究者が受賞されている。また、2016年度に実学としてのORを30数年間にわたって実践し、傑出した実用研究の業績を残した田口東氏が受賞されたことは、OR学会が設立した近藤賞として大きな意味があったと感じている。

2. 学生論文賞の選考方法

2.1 一次選考

学生論文賞に応募された論文は、まず一次選考にかけられる。例年、応募論文数は15件程度であるが、これから二次選考に進む10件程度の論文を選考する。一次審査では、論文要約と指導教員の推薦書によって、審査員（表彰委員会委員）全員がすべての応募論文を評価する。評価の視点は審査員それぞれに任されているが、研究内容の水準、OR分野との適合度、論文に対する学生の貢献度などを評価する審査員が多い。また、修士論文と卒業論文をどのように差別化するかは決められていないが、研究水準の高い修士論文だけでなく、学部学生らしい独自の工夫や発想がうかがえる卒業論文も高く評価される傾向がある。各審査員は、一次選考合格としたい論文に3点、不合格としたい論文に0点、どちらともいえない論文に1点を与え、その合計点を参考にして審査員全員で議論を行ったうえで、一次選考合格論文を決定する。

2.2 二次選考

二次選考では、一次選考を合格した論文のうち、毎年5、6件程度を受賞候補論文を決定する。この受賞候補論文は、後日理事会で議論のうえ、正式に学生論文賞受賞に決定する。二次審査では、各審査員が3件程度の修士論文または卒業論文の本文を審査し、一次選考の視点に加え、論文自体の論理性、完成度なども評価して、各自が審査した論文の順序を決定する。このとき、各論文はおおむね3名程度の審査員に審査される。たとえば、9件の論文が一次選考を合格し、9名の審査委員がそれぞれ3件の論文を審査すると、各論文は3名の審査員によって審査されることになる。各審査員が決定した順序をもとに、最終的には論文全体の順序を決定したいので、各審査員に審査する論文を割り当てる際には、各審査員が審査する論文の集合が可能な限り異なる集合になるように行うことによって、すべての論文同士の優劣が明確になるよう工夫している。しかし、どのような割り当てでも、各審査委員の順序定義域が論文全体の集合のほんの一部でしかないことが、論文全体の順序を決定するうえでの問題点となる。

2.3 Condorcet–Kemeny の方法

表彰委員会では 2010 年度以降、当時筑波大学教授で表彰委員会委員であった山本芳嗣先生のご提案により、審査員が決定した論文の順序に整合した論文全体の順序を求めるために Condorcet–Kemeny [1, 2] の方法を用いている。この方法は、論文全体の順序（論文数の階乗通り存在する）に対して適合度を求める方法である。

P を選考対象論文の集合、 $|P|$ をその論文数とし、 $E\{i, j\}$ を論文 $i (\in P)$ と論文 $j (\in P)$ の両方を審査した審査員の集合とする。また、審査員 $\alpha \in E\{i, j\}$ が論文 i を論文 j より高く評価したとき $i \succ_{\alpha} j$ と表記し、論文 i と論文 j を同等に評価したとき $i \sim_{\alpha} j$ と表記することにする。このとき、選考評価対象論文 $(i_1, \dots, i_{|P|} \in P)$ に対して、順序 $i_1 \succ \dots \succ i_{|P|}$ の整合度 $CI(i_1 \succ \dots \succ i_{|P|})$ を以下の式で定義する。

$$CI(i_1 \succ \dots \succ i_k \succ \dots \succ i_l \succ \dots \succ i_{|P|}) := \sum_{k=1}^{|P|-1} \sum_{l=k+1}^{|P|} \frac{|\{\alpha \mid i_k \succ_{\alpha} i_l\}| - |\{\alpha \mid i_l \succ_{\alpha} i_k\}|}{|E\{i_k, i_l\}|}$$

$|E\{i_k, i_l\}|$ は論文 i_k と論文 i_l の両方を審査した審査員の数を表し、右辺の分数は論文 i_k を論文 i_l より高く評価した審査員の割合から、論文 i_l を論文 i_k より高く評価した審査員の割合を差し引いた数となる。いま、審査員 $\alpha \in E\{i, j\}$ の論文 $i, j \in P$ の評価から

$$c_{i,j} := \begin{cases} 0 & \text{if } i = j \\ |\{\alpha \mid i \succ_{\alpha} j\}| & \\ +0.5 |\{\alpha \mid i \sim_{\alpha} j\}| & \text{if } i \neq j \end{cases}$$

を計算すると、

$$|\{\alpha \mid i \succ_{\alpha} j\}| - |\{\alpha \mid j \succ_{\alpha} i\}| = c_{i,j} - c_{j,i} \\ |E\{i, j\}| = c_{i,j} + c_{j,i}$$

であるから、整合度は以下の式によって求められる。

$$CI(i_1 \succ \dots \succ i_{|P|}) = \sum_{k=1}^{|P|-1} \sum_{l=k+1}^{|P|} d_{i_k, i_l}$$

ただし、

$$d_{i,j} := \frac{c_{i,j} - c_{j,i}}{c_{i,j} + c_{j,i}}$$

数値例として、3 つの論文 $P = \{1, 2, 3\}$ に対して、6 人の審査員 $\{\alpha, \beta\} = E\{1, 2\}$, $\{\gamma, \delta\} = E\{1, 3\}$, $\{\zeta, \eta\} = E\{2, 3\}$ が評価を行った結果が、 $1 \succ_{\alpha} 2$, $1 \sim_{\beta} 2$, $1 \succ_{\gamma} 3$, $1 \succ_{\delta} 3$, $2 \succ_{\zeta} 3$, $3 \succ_{\eta} 2$ であったとする。このとき、 $c_{i,j}$ および $d_{i,j}$ は

$$\begin{aligned} c_{1,2} &= 1.5, \quad c_{2,1} = 0.5 \\ c_{1,3} &= 2.0, \quad c_{3,1} = 0.0 \\ c_{2,3} &= 1.0, \quad c_{3,2} = 1.0 \\ d_{1,2} &= (1.5 - 0.5)/2 = 0.5 \\ d_{2,1} &= (0.5 - 1.5)/2 = -0.5 \\ d_{1,3} &= (2.0 - 0.0)/2 = 1.0 \\ d_{3,1} &= (0.0 - 2.0)/2 = -1.0 \\ d_{2,3} &= (1.0 - 1.0)/2 = 0.0 \\ d_{3,2} &= (1.0 - 1.0)/2 = 0.0 \end{aligned}$$

となり、各順序の整合度は以下ようになる。

$$\begin{aligned} CI(1 \succ 2 \succ 3) &= d_{1,2} + d_{1,3} + d_{2,3} = 1.5 \\ CI(1 \succ 3 \succ 2) &= d_{1,3} + d_{1,2} + d_{3,2} = 1.5 \\ CI(2 \succ 1 \succ 3) &= d_{2,1} + d_{2,3} + d_{1,3} = 0.5 \\ CI(2 \succ 3 \succ 1) &= d_{2,3} + d_{2,1} + d_{3,1} = -1.5 \\ CI(3 \succ 1 \succ 2) &= d_{3,1} + d_{3,2} + d_{1,2} = -0.5 \\ CI(3 \succ 2 \succ 1) &= d_{3,2} + d_{3,1} + d_{2,1} = -1.5 \end{aligned}$$

この例では、論文 2 と論文 3 の優劣の評価は 2 人の審査員の意見が分かれたが、論文 1 と論文 2 との比較では一方の審査員が論文 1 を高く評価し、他方の審査員は同等に評価しているのに対し、論文 1 と論文 3 との比較では 2 人の審査員とも論文 1 を高く評価している。このような論文 1 を介しての論文 2 と論文 3 の評価の違いは、順序 $(1 \succ 2 \succ 3)$ と $(1 \succ 3 \succ 2)$ や順序 $(2 \succ 3 \succ 1)$ と $(3 \succ 2 \succ 1)$ の適合度の違いには現れず、順序 $(2 \succ 1 \succ 3)$ と $(3 \succ 1 \succ 2)$ の適合度だけが異なることがわかる。

2.4 適用事例

ある年度の学生論文賞二次審査の審査員の評価に Condorcet–Kemeny の方法を適用した事例を紹介する。この年度では 8 件の論文が二次選考に進み、審査員 8 名がそれぞれ 3 件の論文を審査した。各審査員に審査する論文を割り当てる際、ある論文を担当する 3 人の審査員は、その他の論文においては同じ論文を審査しないように審査員を決定した。表 1 は各審査員が評価した論文の対比較した結果を表している。○はその行の論文がその列の論文より高く評価されたことを、×は低く評価されたことを表している。また、△はその行の論文とその列の論文が同等に評価されたことを表し、-はその行の論文とその列の論文を同時に評価した審査員がいないことを表している。たとえば、ある審査員は論文 1 を論文 2 より低く評価している。

この結果に Condorcet–Kemeny の方法を適用して適合度を求めると、順列総数 40320 のうち最も高い適

表1 審査員による一対比較結果

論文	1	2	3	4	5	6	7	8
1		×	×	○	-	○	×	×
2	○		○	○	○	-	○	○
3	○	×		△	○	×	-	○
4	×	×	△		○	×	○	-
5	-	×	×	×		×	×	△
6	×	-	○	○	○		○	○
7	○	×	-	×	○	×		○
8	○	×	×	-	△	×	×	

表2 整合度が最も高かった順序

1位	2位	3位	4位	5位	6位	7位	8位	適合度
2	6	3	4	7	5	8	1	18.0
2	6	3	4	7	8	1	5	18.0
2	6	3	4	7	8	5	1	18.0
2	6	3	7	8	1	4	5	18.0
2	6	4	3	7	5	8	1	18.0
2	6	4	3	7	8	1	5	18.0
2	6	4	3	7	8	5	1	18.0
2	6	4	7	3	5	8	1	18.0
2	6	4	7	3	8	1	5	18.0
2	6	4	7	3	8	5	1	18.0
2	6	7	3	8	1	4	5	18.0
6	2	3	4	7	5	8	1	18.0
6	2	3	4	7	8	1	5	18.0
6	2	3	4	7	8	5	1	18.0
6	2	3	7	8	1	4	5	18.0
6	2	4	3	7	5	8	1	18.0
6	2	4	3	7	8	1	5	18.0
6	2	4	3	7	8	5	1	18.0
6	2	4	7	3	5	8	1	18.0
6	2	4	7	3	8	1	5	18.0
6	2	4	7	3	8	5	1	18.0
6	2	7	3	8	1	4	5	18.0

合度 18 を得た順序が 22 通り存在し、次に適合度が高い順序の適合度は 16 であった。ここでは、表 2 に示す適合度 18 を得た 22 通りの順序から学生論文賞受賞候補論文を検討する。これらの順序において、各論文がどの順位に出現したかの頻度を表 3 に示した。これより、論文 2 と論文 6 は非常に高い評価を得たことがわかる。次に評価が高いのは、おおむね論文 4、論文 3、論文 7 の順である。これらの結果は、審査員の一対比

表3 整合度 18 の順序における出現頻度

論文	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0	0	0	0	0	4	6	12
2	11	11	0	0	0	0	0	0
3	0	0	8	8	6	0	0	0
4	0	0	12	6	0	0	4	0
5	0	0	0	0	0	6	6	10
6	11	11	0	0	0	0	0	0
7	0	0	2	8	12	0	0	0
8	0	0	0	0	4	12	6	0

較の結果と照らし合わせても合理的な結果である。また、各審査員の一対比較では、論文 1 はいわゆる 2 勝 4 敗、論文 8 はいわゆる 1 勝 4 敗 1 分であるにもかかわらず、表 3 の結果からは論文 8 のほうが論文 1 より若干評価が高いことがわかる。これは、両者を審査した審査員が論文 1 より論文 8 のほうを高く評価したことによる。評価 3 の結果だけから受賞候補論文を決定すると仮定すると、5 件選考する場合は論文 2, 3, 4, 6, 7 を、6 件選考する場合はこれらに加えて論文 8 を選ぶのが妥当であるといえる。ただし実際には、この結果を参考にして審査員全員で議論を行ったうえで、受賞候補論文を決定している。

3. おわりに

OR 学会の各賞は、表彰委員会（業績賞、近藤賞は各選考委員会）において厳正に選考が行われる、いずれも権威ある賞である。論文賞以外の賞は、会員から推薦のあった個人、グループなどを選考対象とするが、このところ学生論文賞を除けば推薦が少ない状態が続いている。学会の活性化のためにも、各賞にふさわしい優れた方々をご推薦いただくようお願いする次第である。

参考文献

- [1] M. J. A. N. de Caritat, marquis de Condorcet, *Essai Sur l' Application De L' analyse a la Probabilite Des Decisions Rendues a la pluralite des voix*, 1785.
- [2] J. G. Kemeny, "Mathematics without numbers," *Daedalus*, **88**, pp. 571-591, 1959.