

# 8 m 級望遠鏡の成果比較の試み

家 正 則

〈国立天文台 〒181-8588 東京都三鷹市大沢 2-21-1〉  
 e-mail: m.iye@optik.mtk.nao.ac.jp



## 8-10 m 級望遠鏡の 10 年

1993 年と 1996 年に相次いで完成した 10 m ケック望遠鏡 2 台に引き続き、欧州南天天文台の 8.1 m VLT 4 台が 1998 年から 2002 年にかけて、また米英加ほかの 8.0 m Gemini 望遠鏡 2 台が 1999 年と 2002 年に、そして日本の 8.2 m すばる望遠鏡が 1999 年にファーストライトを迎えた。8-10 m 級地上大型望遠鏡時代に突入した最初の 10 年間は、ハッブル宇宙望遠鏡やスローン・デジタル・スカイ・サーベイ計画、COBE/WMAP 衛星などとの相乗効果で、宇宙観を一新するさまざまな成果が上げられてきた。すばる望遠鏡も、高赤方偏移銀河の系統的探査、ガンマ線バーストと極超新星、原始惑星系円盤の観測などで、世界をリードする成果を上げている。

次世代の超大型光赤外線望遠鏡 (ELT) 構想の検討も本格化しつつある昨今、8 m 級望遠鏡による学術成果を分析する試みが始まっている。本稿では、上記四大望遠鏡の論文成果の比較を試みた Uta Grothkopf ら<sup>1)</sup>の研究に触発されて行った分析と考察について紹介させていただく。論文引用数による評価は、一つの視点からの分析に過ぎないことはいままでもないが、ご意見・ご批判をお寄せいただければ幸いである。

## ヒルシュ指数とは？

Grothkopf ら<sup>1)</sup>は、最先端の四大望遠鏡である 10 m ケック望遠鏡、8.1 m VLT 望遠鏡、8.2 m すばる望遠鏡、8.0 m Gemini 望遠鏡について、その成果論文の引用状況を比較調査した。この調査で

は、文献引用のロバストな指標として、Web of Science などでも使われ始めたヒルシュ指数  $h$ -index (Hirsch<sup>2)</sup>) を用いている。

ヒルシュ指数は、もともとは個々の研究者の科学論文を、図 1 のようにその引用数の順に並べたときにその引用回数と順位数が一致する値として定義された指標である。この指標は、引用数が極めて大きい少数の論文や、引用がほとんどない多数の論文があっても、それらにはあまり左右されずに定義されるため、研究者の書いた論文全体の引用度数のロバストな指標となると考えられ、近年注目されている。Grothkopf ら<sup>1)</sup>は 2006 年時点での各望遠鏡による成果論文について調査した結果、 $h$ -index としてケック望遠鏡 (113)、VLT 望遠鏡 (79)、すばる望遠鏡 (41)、Gemini 望遠鏡 (33) という値を得た。この結果では運用開始が早かっ

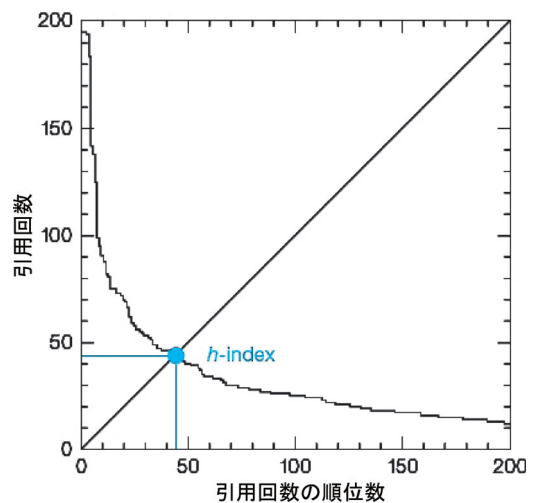


図 1 ヒルシュ指数  $h$ -index の定義 (Grothkopf ら<sup>1)</sup>)。

たケック望遠鏡の成果が突出しており、すばる望遠鏡は第3位であり、ケック望遠鏡はすばる望遠鏡の2.8倍となる。

は第3位だが、ケック望遠鏡との比は1.7倍にまで縮まる(図3)。

### 運用年数の校正

$h$ -index がほぼ経過年数に比例して増加している(図2)ことから、より公平に比較するため、最初の成果論文が出版されてから6年目まででの成果論文で指数を評価しなおす方法として、Grothkopfら<sup>1)</sup>は  $h$ -index を経過年数で除した  $m$ -index を提案した。 $m$ -index 値は、ケック望遠鏡(10.3)、VLT望遠鏡(9.9)、すばる望遠鏡(5.9)、Gemini望遠鏡(4.7)となり、この結果でもすばる望遠鏡

### 台数の校正

だが、 $m$ -index による評価では、ケック望遠鏡は2台、Gemini望遠鏡も2台、VLT望遠鏡は4台の観測による成果をすばる望遠鏡1台と比べたものであり、成果の基礎となる年間観測時間に2倍から4倍の開きがある。台数効果を補正するため単純に台数で割り算すると、ケック望遠鏡(5.2)、VLT望遠鏡(2.5)、すばる望遠鏡(5.9)、Gemini望遠鏡(2.4)となり、すばる望遠鏡が第1位となる。だが、この単純な校正はおそらく過補正であ

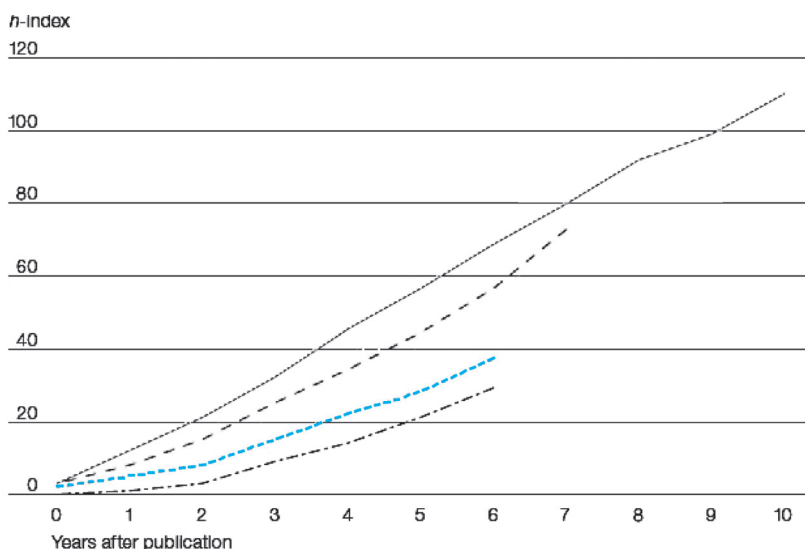


Figure 4:  $h(t)$  of Keck, VLT, Subaru and Gemini by years after first publication (as of April 2007).  
 — Keck    - - - Subaru  
 - - - VLT    - · - - Gemini

図2  $h$ -index の年次増加実績 (Grothkopf ら<sup>1)</sup>)。

Observatory	Range of years of publications	Years since first publication	$h$	$m$
VLT	1999–2006	8	79	9.9
Keck	1996–2005	11	113	10.3
Gemini	2000–2006	7	33	4.7
Subaru	2000–2006	7	41	5.9

図3 四大望遠鏡の  $h$ -index と  $m$ -index (Grothkopf ら<sup>1)</sup>)。

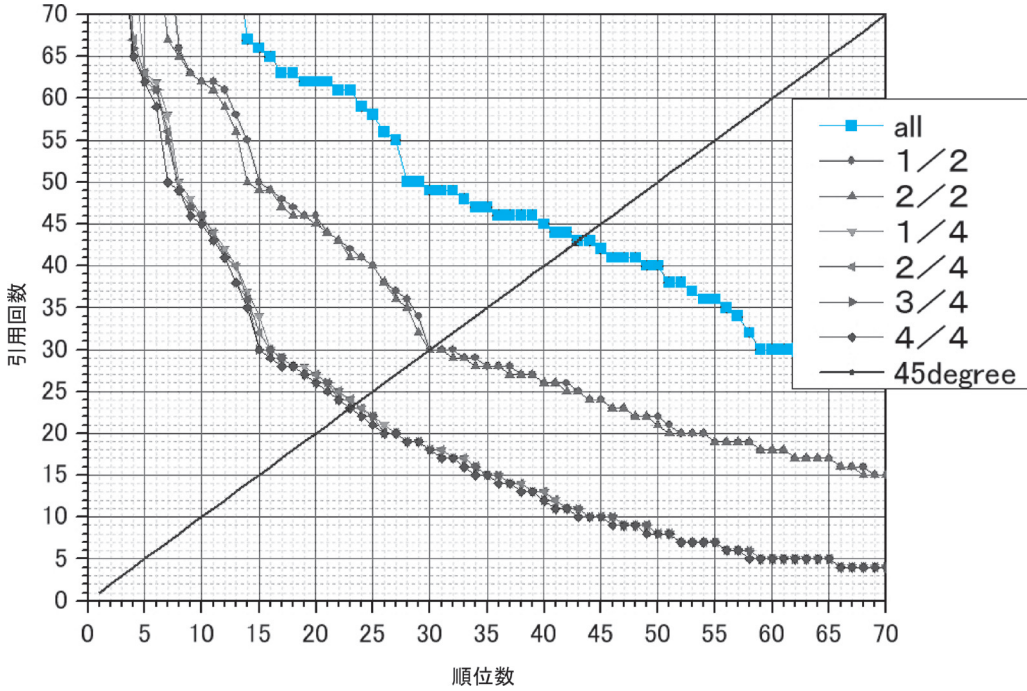


図4 望遠鏡台数効果の評価シミュレーション.

ろう. そこで, 望遠鏡台数効果を評価するために, 次のようなシミュレーションを行った.

すばる成果論文を引用数順に並べたのち, 引用順位を奇数位と偶数位の2群に分けて順位をつけ直し, それぞれの群について改めて h-index を求めた. これはすばる望遠鏡の成果が2台の望遠鏡によるものであり, それらの性能がほぼ同じとした場合にそれぞれの望遠鏡の h-index を求めることに相当する. こうして最初の h-index から2群に分けたときの h-index の減少率を求めれば, 望遠鏡台数の効果を評価できると考えた. 実際には図4のように1群では43だった h-index が2群に分けると30に, 4群に分けると23になったことから, 減少率は2群では0.70, 4群では0.53となる. これらの値は偶然だがほぼ台数の平方根の逆数に近い. 統計学的に何らかの理屈があるのかもしれない.

この結果を Grothkopf 氏に紹介したところ, 彼女から同じようなシミュレーションを VLT の論

文群に対して行った結果が報告された. その結果は, 2群での減少率が0.80, 4群減少率が0.59で, すばる成果論文での結果とそれなりに近い値となった. そこで, これら二つのシミュレーション結果の平均値をとり, 2群での減少率を0.75, 4群での減少率を0.56として m-index を望遠鏡1台あたりに再規格化した指標を i-index と新たに定義すると, ケック望遠鏡7.7, すばる望遠鏡5.9, VLT 望遠鏡5.5, Gemini 望遠鏡3.5という結果となった(図5). 指数 i-index は, 望遠鏡1台あたり1年あたりで規格化した論文引用度の相対指数と見なせる.

1996年から他の8m級望遠鏡に数年先んじて運用を開始した10mケック望遠鏡が, 8-10m級望遠鏡時代の成果を先取りしたことは, この結果でも明らかであり, 後発のすばる, VLT, Gemini 関係者の間では, この数年間の成果先取りの歴史を“Keck Syndrome”と呼んでいる. だが, i-index 指数では, 1999年から2000年にかけて相前後し

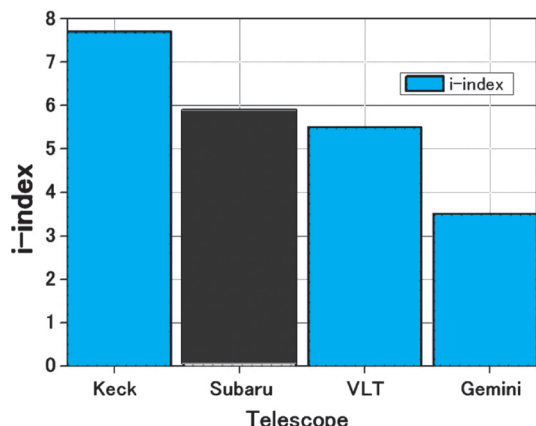


図5 望遠鏡1台あたりの i-index 値比較.

て運用を開始した三つの後発 8 m 級望遠鏡の中で、すばる望遠鏡がトップを切っていることがわかる。ケック望遠鏡とすばる望遠鏡の比は 1.31 倍となる。この順位と相対値は、天文学界におけ

るこれらの望遠鏡による学術成果をほぼ妥当に反映しているものと考えますが、いかがでしょうか？

なお、似た観点からより多くの天文台について詳細な分析が *Crabtree*<sup>3)</sup> により進められている。2008 年の *SPIE* で発表予定とのことであり、注目されたい。

本稿で用いたすばる論文の引用リストは、吉田千枝氏に提供していただいた。また望遠鏡台数効果のシミュレーション評価については、青木和光氏の助言をいただいた。謝意を表す。

### 参考文献

- 1) Grothkopf U., et al., 2007, ESO Messenger No. 128, 62-66
- 2) Hirsch J. E., 2005, Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 102, 16569
- 3) Crabtree D., 2008, Private communication