

Il ruolo dell'INAF nell'astronomia mondiale

Raffaele Gratton

INAF – Osservatorio Astronomico di
Padova

Top 20 countries in world science (by articles)

Rank	Nation	%	Rank	Nation	%
1	USA	29.4	11	India	2.8
2	China	8.1	12	South Korea	2.7
3	Germany	7.6	13	Russia	2.6
4	Japan	7.4	14	Netherland	2.4
5	UK	6.7	15	Brazil	2.0
6	France	5.4	16	Switzerland	1.8
7	Canada	4.4	17	Sweden	1.7
8	Italy	4.1	18	Taiwan	1.7
9	Spain	3.3	19	Poland	1.5
10	Australia	2.9	20	Turkey	1.5

Source: Thomson – Reuters database

Top 20 countries in world science (by citations)

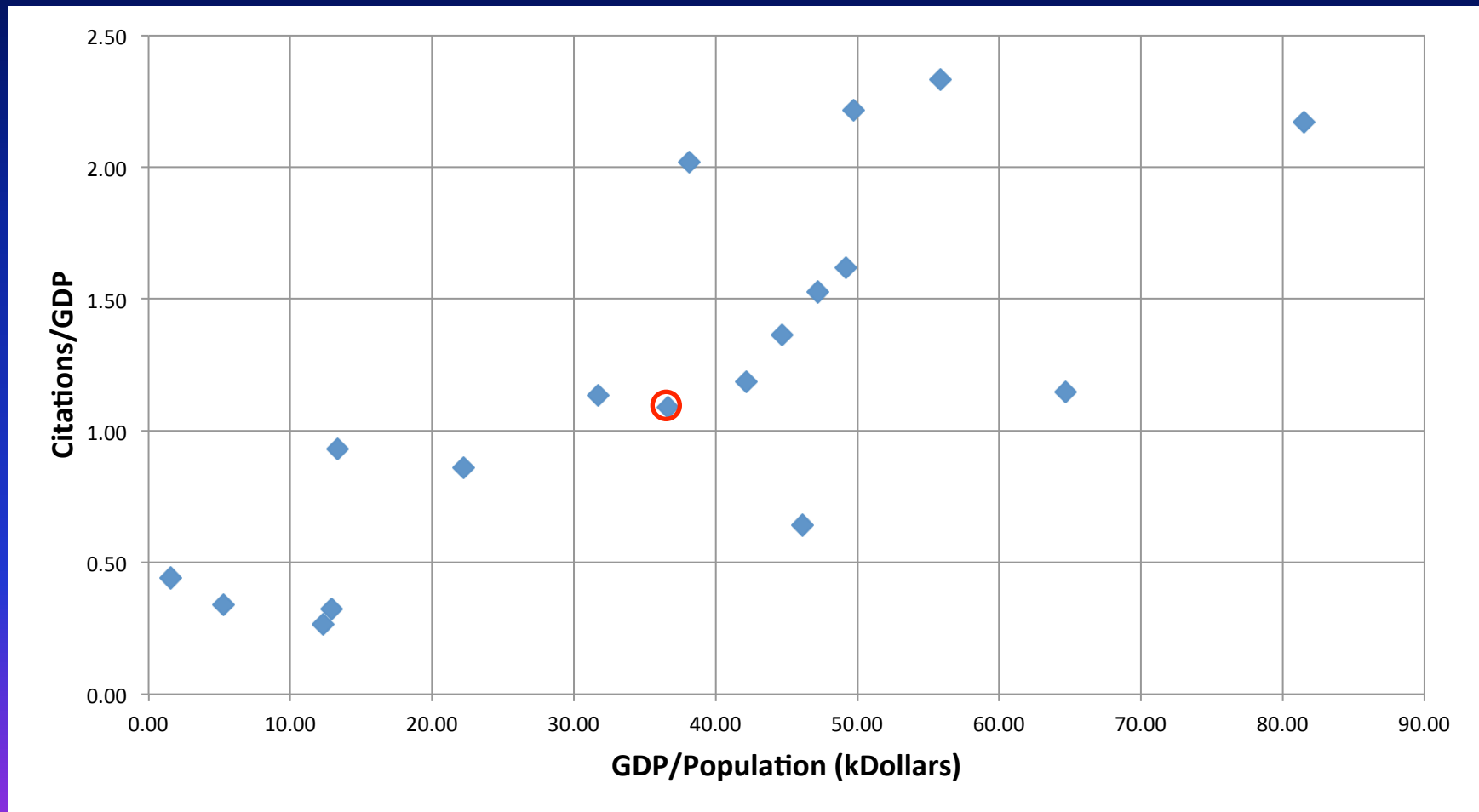
Rank	Nation	%	Rank	Nation	%
1	USA	38.2	11	Spain	2.8
2	Germany	8.2	12	Switzerland	2.4
3	UK	8.2	13	Sweden	2.1
4	Japan	6.3	14	South Korea	1.6
5	France	5.5	15	India	1.4
6	Canada	4.7	16	Brazil	1.1
7	China	4.1	17	Russia	1.0
8	Italy	4.0	18	Taiwan	1.0
9	Netherland	3.1	19	Poland	0.8
10	Australia	2.9	20	Turkey	0.6

Source: Thomson – Reuters database

Citations/GDP (all science) is a measure of scientific productivity of a country

Country	Ratio	Country	Ratio
Sweden	2.33	Spain	1.13
Netherland	2.22	Italy	1.09
Switzerland	2.17	Poland	0.93
UK	2.02	Korea	0.86
Canada	1.62	Japan	0.64
USA	1.53	India	0.44
Germany	1.36	China	0.34
France	1.19	Russia	0.32
Australia	1.15	Brazil	0.27

The ratio citations/GDP is strongly correlated with the pro-capita income



General scaling laws

This means that production in science (as measured by citations) is proportional to:

$$\text{Production} \propto \text{GDP} \times (\text{GDP}/\text{population})$$

Else speaking, the science production per capita is proportional to the square of GDP per capita:

$$(\text{Production}/\text{population}) \propto (\text{GDP}/\text{population})^2$$

Science in Italy, 2003-07

Italy's world share of science and social-science papers over the last five years, expressed as a percentage of papers in each of 21 fields in the Thomson Reuters database. Also, Italy's relative citation impact compared to the world average in each field, in percentage terms.

Field	Percentage of papers from Italy	Relative impact compared to world
Space Science	11.32	+12
Mathematics	5.97	+9
Neurosciences & Behavior	5.48	-5
Clinical Medicine	5.29	+17
Immunology	5.18	-6
Physics	5.09	+20
Geosciences	5.01	+2
Pharmacology	4.99	+3
Engineering	4.87	+5
Computer Science	4.77	+2
Molecular Biology & Genetics	4.71	-16
Italy's overall percent share, all fields: 4.46		
Biology & Biochemistry	4.29	-8
Chemistry	4.15	+4
Agricultural Sciences	3.79	+21
Plant & Animal Sciences	3.61	-12
Microbiology	3.54	-14
Ecology/Environmental	3.34	-7
Economics & Business	2.83	-24
Materials Science	2.55	+8
Psychology/Psychiatry	2.16	+16
Social Sciences	1.12	+2

Science in Italy, 2008-12

Field	Percentage of papers from Italy	Number of papers from Italy	Relative impact compared to world average in field (%)
Space Science	11.31	7,277	+33
Neuroscience & Behavior	5.96	12,482	+7
Geosciences	5.91	10,107	+11
Pharmacology & Toxicology	5.83	9,550	+6
Clinical Medicine	5.31	61,687	+44
Mathematics	5.30	9,025	+15
Physics	5.11	27,149	+30
Immunology	5.03	5,144	+12
Molecular Biology & Genetics	4.62	7,945	+18
Computer Science	4.40	6,105	-1
Italy's overall percent share, all fields: 4.31			
Biology & Biochemistry	4.21	12,647	Even
Agricultural Sciences	4.05	7,038	+37
Engineering	4.01	19,172	+17
Plant & Animal Science	3.79	11,683	+2
Economics & Business	3.72	4,108	-15
Environment/Ecology	3.63	6,177	+4
Chemistry	3.22	22,044	+16
Microbiology	3.14	2,573	+2
Psychiatry/Psychology	2.88	4,601	+2
Materials Science	2.54	7,449	+9
Social Sciences	1.92	6,831	+14

Science in Italy, 2008-12

corrected for internationalization

	Branch	Fraction	Rank		Branch	Fraction	Rank
1	Space Science	0.075	5	12	Agricultural Sciences	0.041	9
2	Pharmacology & Toxicology	0.058	6	13	Engineering	0.040	10
3	Neuroscience & Behavior	0.054	6	14	Plant & Animal Science	0.038	11
4	Clinical Medicine	0.052	6	15	Environment/Ecology	0.036	8
5	Mathematics	0.051	6	16	Economic & Business	0.035	9
6	Immunology	0.049	6	17	Chemistry	0.032	10
7	Geosciences	0.048	9	18	Microbiology	0.031	9
8	Physics	0.047	8	19	Psychiatry/Psychology	0.027	8
9	Computer science	0.044	10	20	Materials Science	0.025	13
10	Molecular biology & Genetics	0.042	7	21	Social Sciences	0.019	9
11	Biology & Biochemistry	0.042	8				

Ricerca svolta a marzo 2013

- Incarico del Consiglio Scientifico
- Scopo: Mettere su basi quantitative le stime sul ruolo dell'INAF nell'astronomia mondiale per la preparazione del Piano Strategico dell'INAF
 - Individuare le aree di forza e debolezza
 - Quantificare tendenze presenti nella ricerca a livello mondiale

Metodologia

- **La quantificazione e' basata su numero di articoli e citazioni**
 - Difficolta' ad usare altri indicatori
 - Capacita' molto limitata di analizzare attivita' non quantificabile in pubblicazioni (es. attivita' tecnologica, didattica, divulgativa, museale) che pure sono tra gli scopi statutari dell'INAF
- **La quantificazione ha senso solo su grandi numeri e va intesa in modo statistico**
 - Le citazioni hanno molti difetti se usate per valutare l'attivita' di singoli individui
 - premiano l'attivita' scientifica rispetto a quella tecnologica o dirigenziale (o didattica/divulgativa/museale)
 - premiano alcune aree (es. Cosmologia) rispetto ad altre (es. Sole o Pianeti del Sistema Solare)
 - e' complesso confrontare diversi modelli di lavoro (grandi collaborazioni rispetto a piccoli gruppi o lavoro individuale)
 - Tuttavia, ci possiamo aspettare che tutto cio' tenda a mediarsi se consideriamo istituti o intere nazioni

Le query necessarie sono fatte su ADS

- ADS
 - meglio rappresentativa della produzione astronomica rispetto a Google Scholar
 - Più semplice risolvere le omonimie (riguarda solo l'astronomia e non tutta la scienza) o ad es. nomi interi rispetto ad iniziali
 - accesso gratuito (non per ISI o SCOPUS)
- Ad ADS si può accedere per lista di autori (es. Afferenti macroaree) o per affiliazione (usando il portale specifico)

Problemi nelle queries ad ADS

Liste di afferenti alle macroaree sono incomplete e notevole mobilita' dei non-permanent staff

- notevole sottostima per l'Italia. Inoltre impossibile usarle per altri Paesi
- queries per afferenza (Nazione, INAF, Universita')

Ma:

- Questo tipo di queries non permette di suddividere i contributi per numero di autori di una certa nazione ne' di usare solo l'afferenza del primo autore
- Basta che vi sia un autore di una nazione perche' l'articolo venga attribuito (anche) a quella nazione
- le queries tendono a premiare le nazioni piccole rispetto alle maggiori (e' piu' facile che astronomi di piccole nazioni abbiano molti collaboratori in grandi nazioni piuttosto che il contrario)
 - Le afferenze non sono sempre complete (usabili solo dal ~2000) e spesso sono scritte in modo complesso (es. raramente compare USA o United States, quasi sempre solo il nome dello stato)
 - Anche a livello di afferenza vi possono essere omonimie (es. articoli pubblicati nel New Mexico vengono anche contati come fatti in Mexico, a meno che non siano esplicitamente esclusi)

Internazionalizzazione

Molti articoli hanno autori di diverse nazioni.

Definiamo l'indice di internazionalizzazione:

$$\text{int} = \sum \text{cit}_i / \text{cit},$$

dove

cit_i = numero di citazione per la nazione i

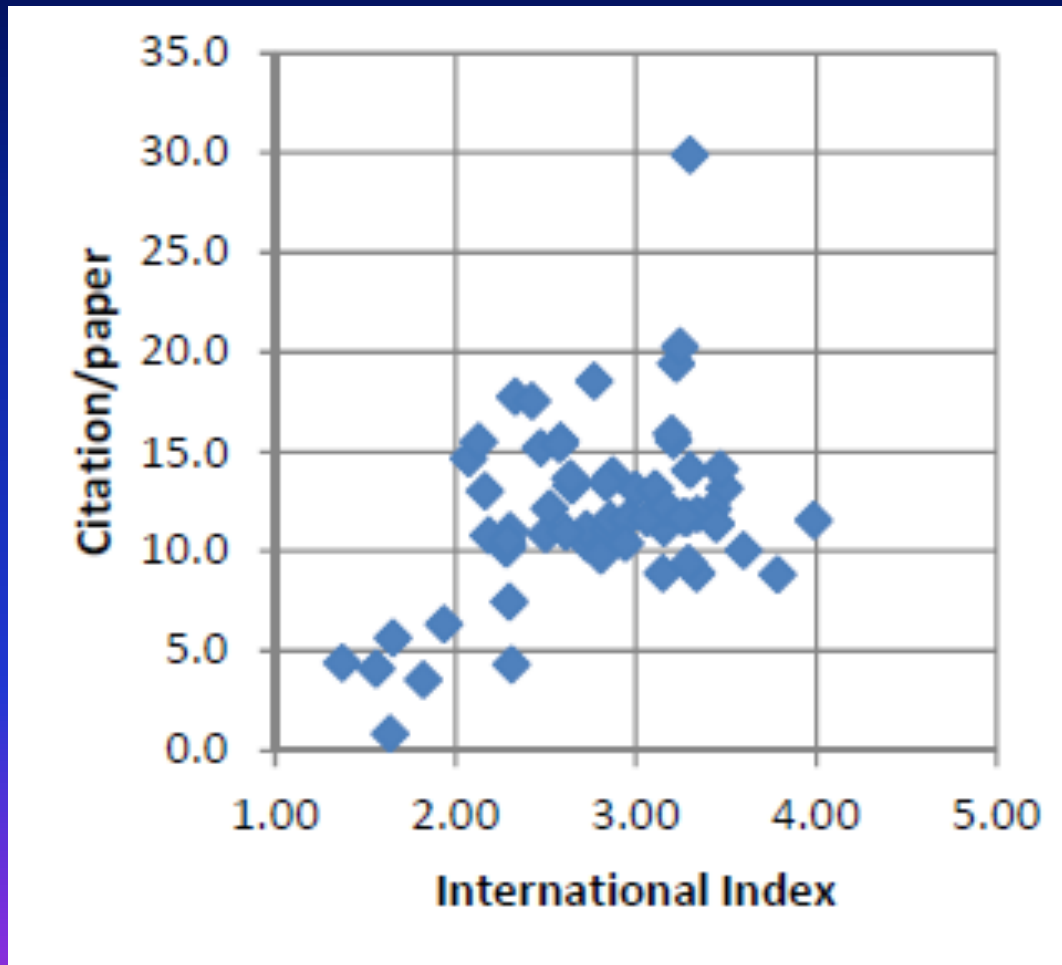
cit = numero di citazioni per il mondo

Questo indice e' cresciuto velocemente nel tempo (>5%/anno)

Periodo	Indice di internazionalizzazione
2001-2003	1.71
2004-2006	1.91
2007-2009	2.27
2010-2012	2.72

Trascurando questo indice, si ottengono trends spuri nel tempo

Correlazione tra indice di internazionalizzazione e numero di citazioni per articolo



Impatto di una nazione

$$\text{Impatto} = \langle (\text{cit}_i / \Sigma \text{cit}_i), (\text{cit}_i / \Sigma \text{cit}_i)^{\text{vint}} \rangle / \Sigma \langle (\text{cit}_i / \Sigma \text{cit}_i), (\text{cit}_i / \Sigma \text{cit}_i)^{\text{vint}} \rangle$$

Denominatore: normalizzazione alla produzione mondiale

Il secondo termine nelle medie e' usato per correggere per le dimensioni della nazione

La formula e' empirica

- Penso sia adeguata perche' fornisce valori approssimativamente costanti nel tempo per le due nazioni con impatto maggiore (USA e Germania), pur in presenza di una crescita rapida del fattore di internationalizzazione
- Confrontandola con altre formule:
 - Incertezza dovuta alla particolare forma funzionale <10% per l'Italia
 - Non ha impatto sui rankings

Keywords e riviste

Cura speciale nella definizione di key-words appropriate per caratterizzare aree ed evitare inquinamento dei risultati

Riviste considerate:

- Macro-area 1, 2, and 4:
 - ARA&A, AJ, AstRv, AN, A&A, A&AS, A&ARv, ApJ, ApJL, ApJS, Ap&SS, MNRAS, Natur, NewA, NewAR, PhRvD, PASJ, PASP, Science, GReGr, AIP, JCAP, APh, SPIE
- Macro-area 3: tutti gli articoli referati in Astrophysics and Physics
- Macro-area 5: SPIE

I risultati sono relativi (al resto del mondo nella stessa keyword)

- ➔ non è importante che le ricerche siano complete (riproducano tutto il lavoro in un certo settore)
- ➔ Importante che non vi siano bias (es. gli italiani o astronomi di altre nazioni pubblicano prevalentemente in una rivista o usano keywords non incluse nella lista)

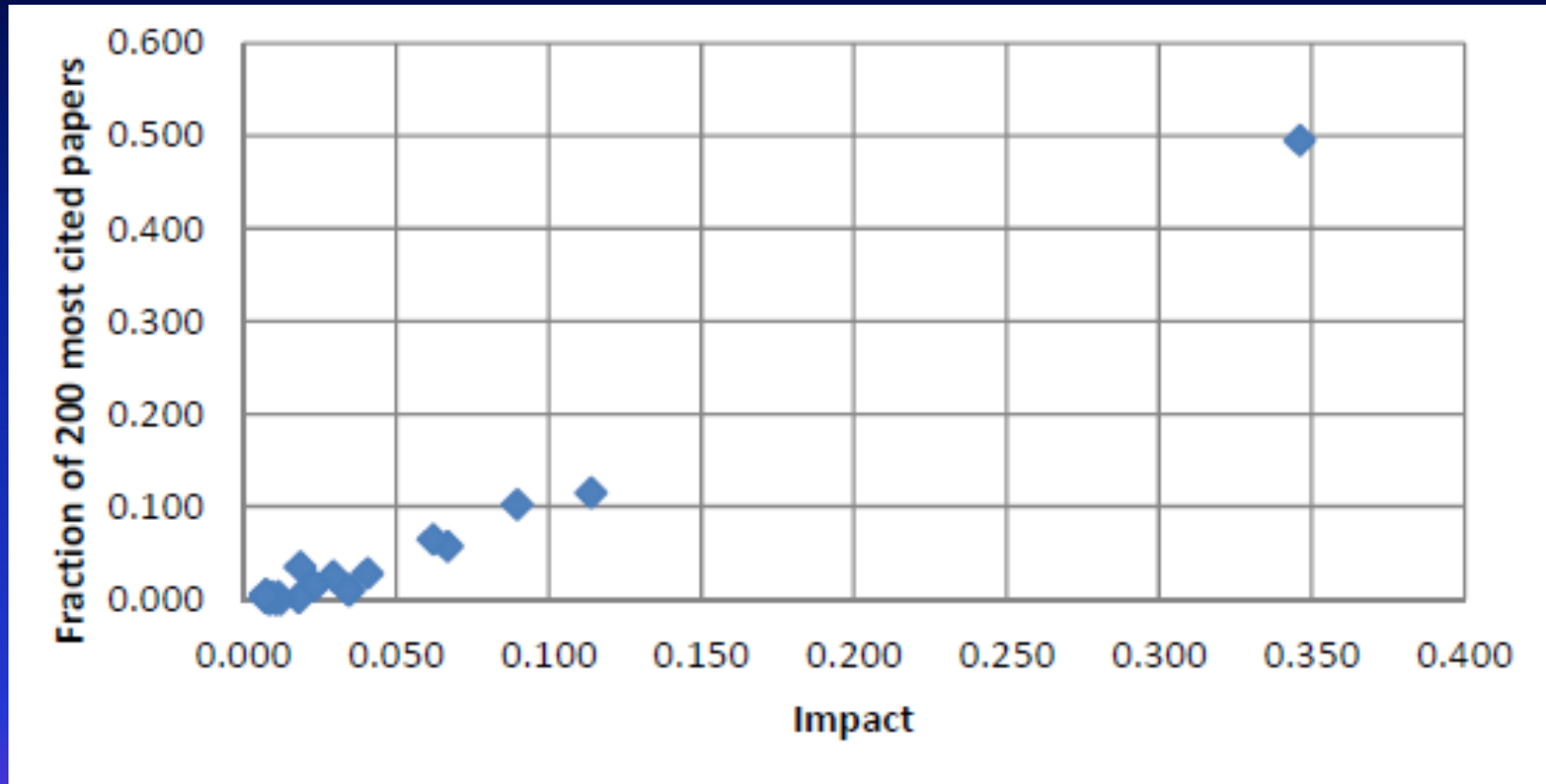
Trend dell'impatto in astronomia negli ultimi dodici anni

Rank	Country	2001-2003	2004-2006	2007-2009	2010-12	Average	trend
1	United States	0.354	0.342	0.346	0.346	0.346	-0.004
2	Germany	0.110	0.118	0.114	0.114	0.114	+0.002
3	United Kingdom	0.093	0.092	0.088	0.080	0.090	-0.086
4	France	0.065	0.068	0.067	0.068	0.067	+0.012
5	Italy	0.065	0.062	0.061	0.059	0.062	-0.060
6	Canada	0.039	0.033	0.046	0.050	0.041	+0.329
7	Japan	0.037	0.036	0.033	0.030	0.035	-0.121
8	Spain	0.030	0.033	0.035	0.045	0.034	+0.284
9	Netherland	0.035	0.030	0.024	0.028	0.029	-0.203
10	Australia	0.027	0.022	0.021	0.021	0.023	-0.136

Nazioni ordinate per primo autore articoli fra i 200 piu' citati di ogni anno

Rank	Country	1 st author among 200 most cited each year (2008-10)	
		total	fraction
1	United States	297	0.495
2	Germany	69	0.115
3	United Kingdom	61	0.102
4	Italy	39	0.065
5	France	34	0.057
6	Switzerland	21	0.035
7	Canada	17	0.028
8	Netherland	15	0.025
9	Australia	9	0.015
10	Japan	6	0.010
	Spain	6	0.010

Correlazione tra indice di impatto e first authorship di articoli molto citati



Indice di correlazione di Pearson $r=0.99$

Non lineare (potenza 1.5): gli articoli piu' citati sono piu' concentrati tra le nazioni maggiori del totale delle citazioni

Trend di lungo periodo

Year	Ranking	Italian Papers	World Papers	Fraction	Italian papers among 200 most cited each year (total over a period of 5 years)
1976-1980	6	1228	33005	0.037	13
1981-1985	6	2191	41114	0.053	20
1986-1990	6	2513	45203	0.056	25
1991-1995	7	2377	43015	0.055	31
1996-2000	5	3474	58388	0.059	49
2001-2005	5	7700	123837	0.062	52

Questi numeri mostrano una chiara crescita del ruolo dell'astronomia italiana nel mondo negli ultimi 40 anni

Questo contrasta con la lieve decrescita osservata negli ultimi 10 anni

Confronto con il prodotto nazionale lordo (GDP)

Impatto in astronomia delle dieci nazioni con il maggiore GDP

Rank	Country	GDP(2011)	Impact astronomy	Ratio
1	United States	14991	0.346	1.38
2	China	7204	0.011	0.09
3	Japan	5870	0.035	0.35
4	Germany	3604	0.114	1.89
5	France	2776	0.067	1.44
6	Brazil	2477	0.006	0.14
7	United Kingdom	2429	0.090	2.21
8	Italy	2196	0.062	1.69
9	India	1898	0.007	0.23
10	Russia	1858	0.010	0.34

Rapporto tra impatto in astronomia e GDP

Rank	Country	Impact in astronomy/GDP
1	Chile	4.33
2	United Kingdom	2.19
3	Netherland	2.09
4	Germany	1.88
5	Israel	1.77
6	Italy	1.68
7	Switzerland	1.67
8	France	1.43
9	Canada	1.39
10	Spain	1.38
11	United States	1.37
12	Denmark	1.25
13	Portugal	1.24
14	South Africa	1.23
15	Sweden	1.00

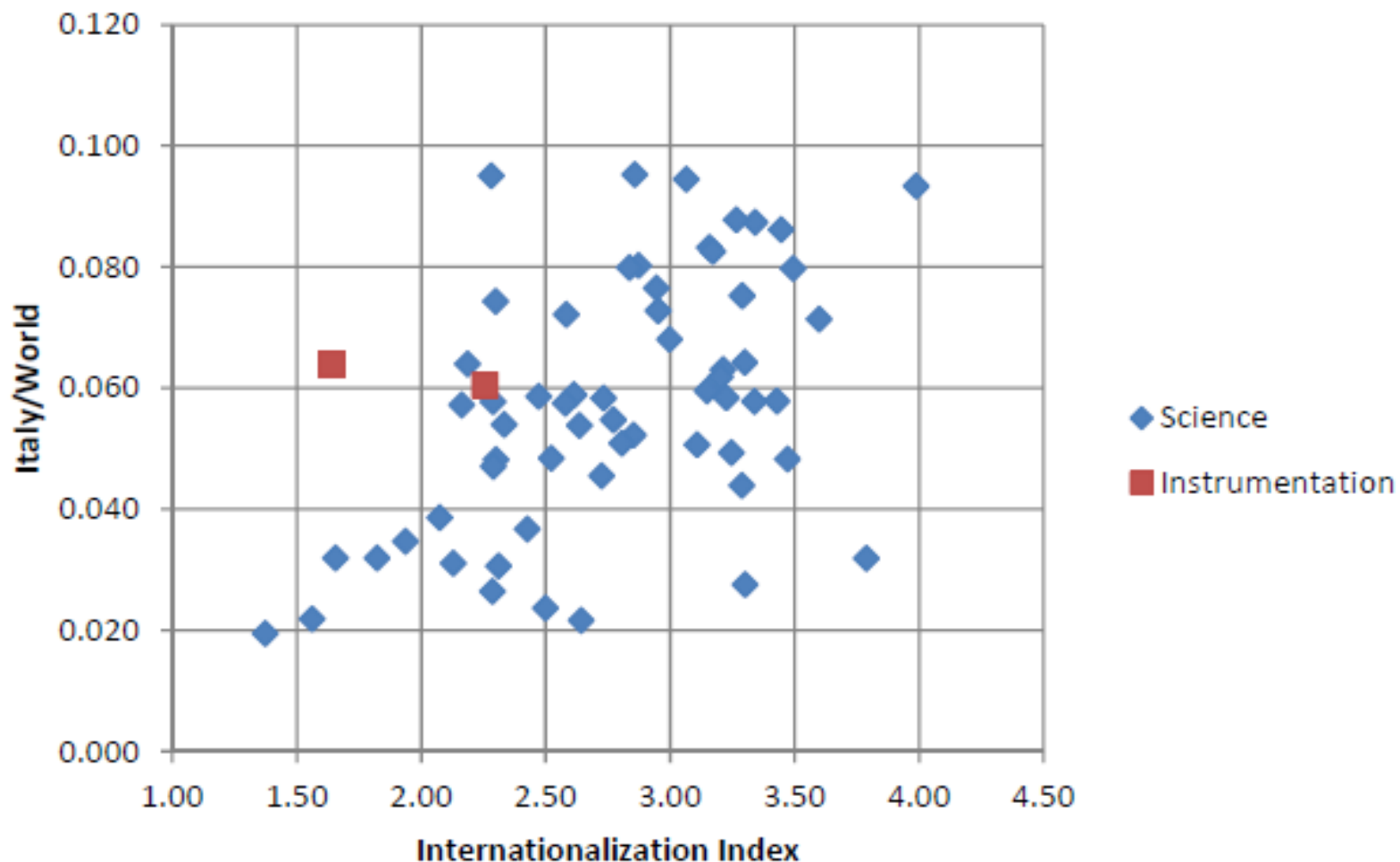
Impatto per le diverse macroaree

Area		2010-2012				2005-2007			
		Average Ranking	Impact			Average Ranking	Impact		
			Italy/World	INAF/Italy	INAF/World		Italy/World	INAF/Italy	INAF/World
General		5.1	0.058	0.59	0.034	5.1	0.061	0.59	0.036
MA1	Galaxies	4.5	0.064	0.65	0.042	4.7	0.062	0.62	0.039
	Cosmology	5.5	0.049	0.49	0.024	5.3	0.062	0.45	0.028
MA2	Stars	5.2	0.064	0.71	0.045	5.2	0.065	0.70	0.045
	ISM	6.0	0.058	0.56	0.032	5.0	0.055	0.69	0.038
MA3	Sun	9.6	0.029	0.54	0.016	8.9	0.030	0.54	0.017
	Solar System	8.2	0.033	0.58	0.019	5.3	0.040	0.63	0.025
MA4	High energy	3.8	0.083	0.51	0.042	3.8	0.096	0.56	0.054
	Relativity	4.0	0.058	0.38	0.022	3.0	0.093	0.40	0.037
MA5	Instrumentation	4.5	0.062	0.83	0.052	5.4	0.066	0.80	0.052

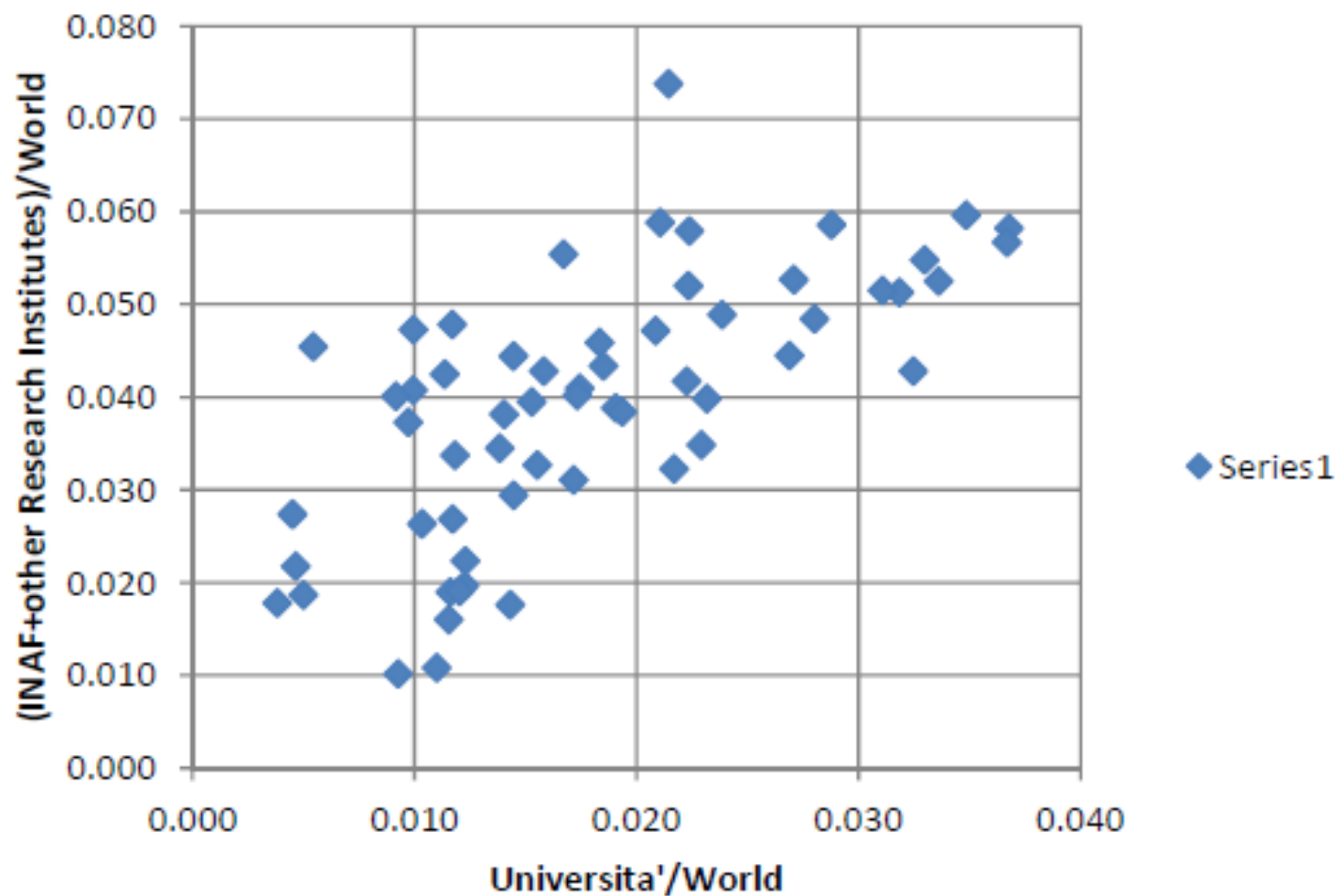
Le dieci keywords in cui l'impatto italiano e' maggiore

Keyword	Total cit	Cit/ paper	Int	Rank Italy	Italy/ World	INAF/ World	INAF/ Italy	University/ Italy
GRB	14190	11.6	3.07	2	0.095	0.048	0.51	0.37
Stars - clusters	19231	10.1	2.28	3	0.095	0.056	0.59	0.39
Stars - abundances	9987	11.6	2.86	3	0.095	0.068	0.72	0.23
High energy	16794	11.5	3.99	3	0.093	0.042	0.45	0.39
Cosmic rays	12657	11.7	3.27	3	0.088	0.030	0.34	0.38
Galaxies – active	22156	11.9	3.34	3	0.087	0.055	0.63	0.33
Radiative processes	15410	11.4	3.45	4	0.086	0.044	0.51	0.39
gamma-ray	82907	11.1	3.16	4	0.083	0.041	0.49	0.38
AGN	24280	12.2	3.17	4	0.083	0.048	0.58	0.38
Galaxies – clusters	23297	13.4	2.84	3	0.080	0.045	0.56	0.26

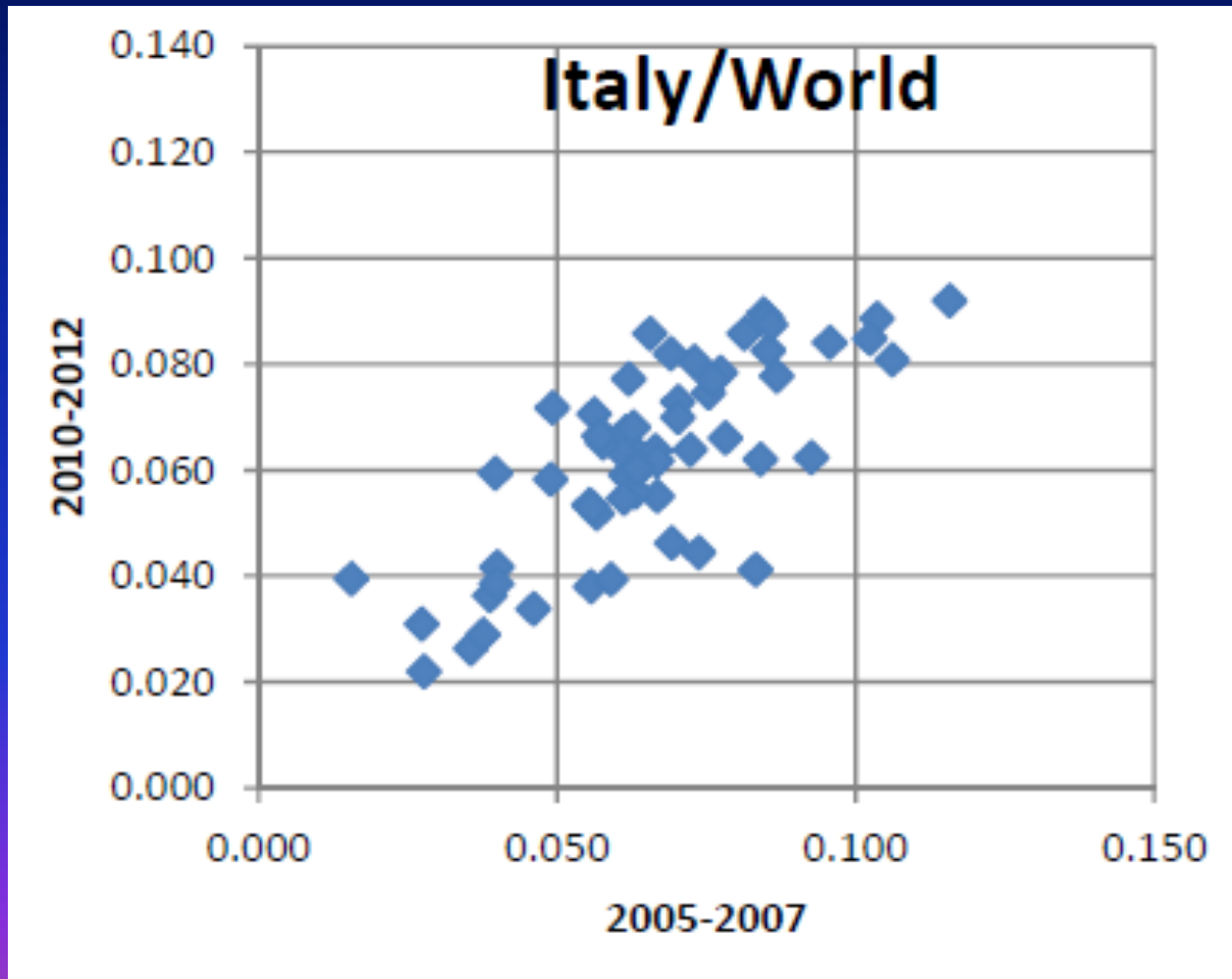
Impatto italiano vs internazionalizzazione



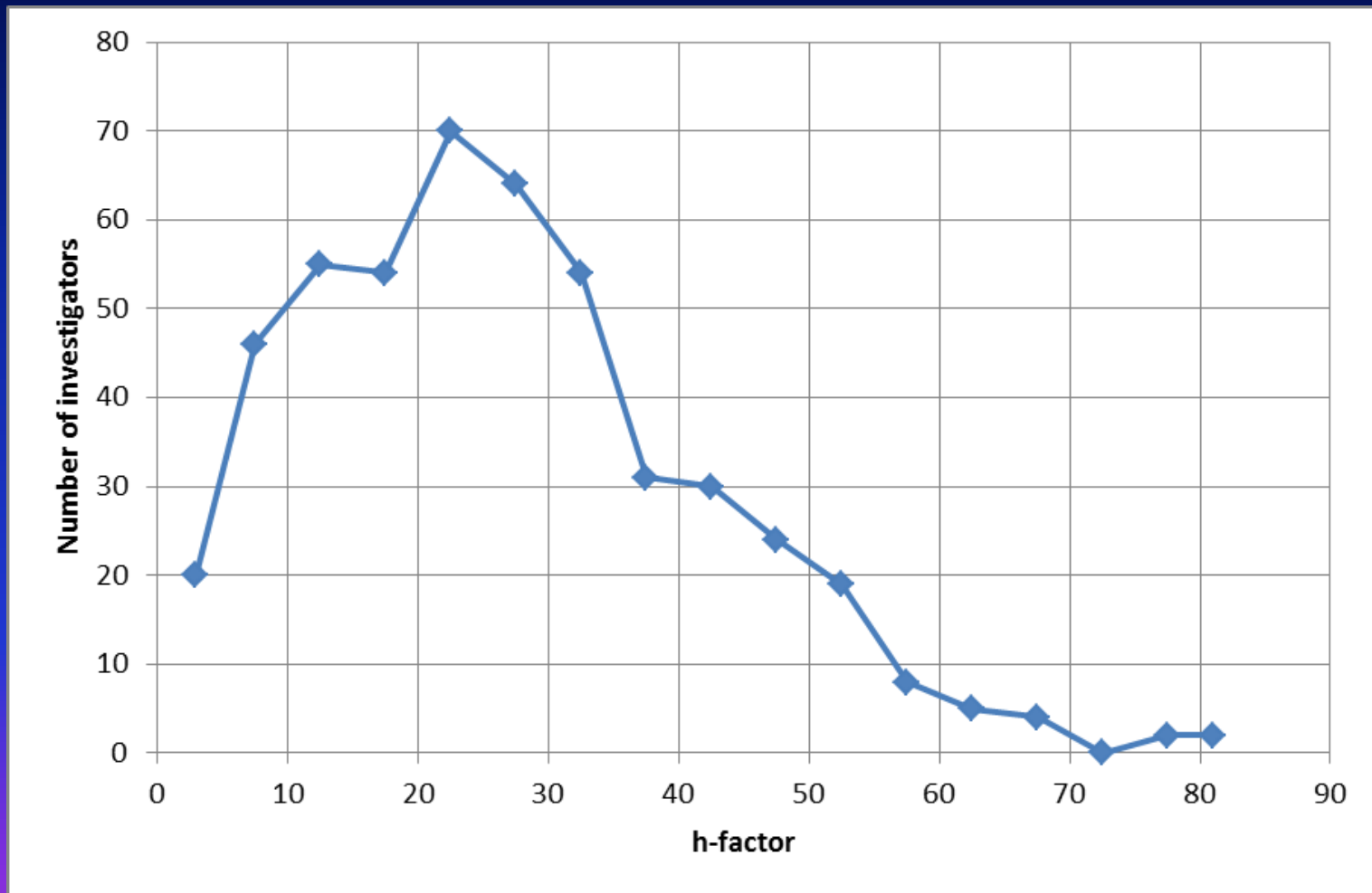
Impatto INAF e Università'



Dove eravamo forti sei anni fa siamo forti anche adesso



Distribuzione degli h-factor



Donne in astronomia

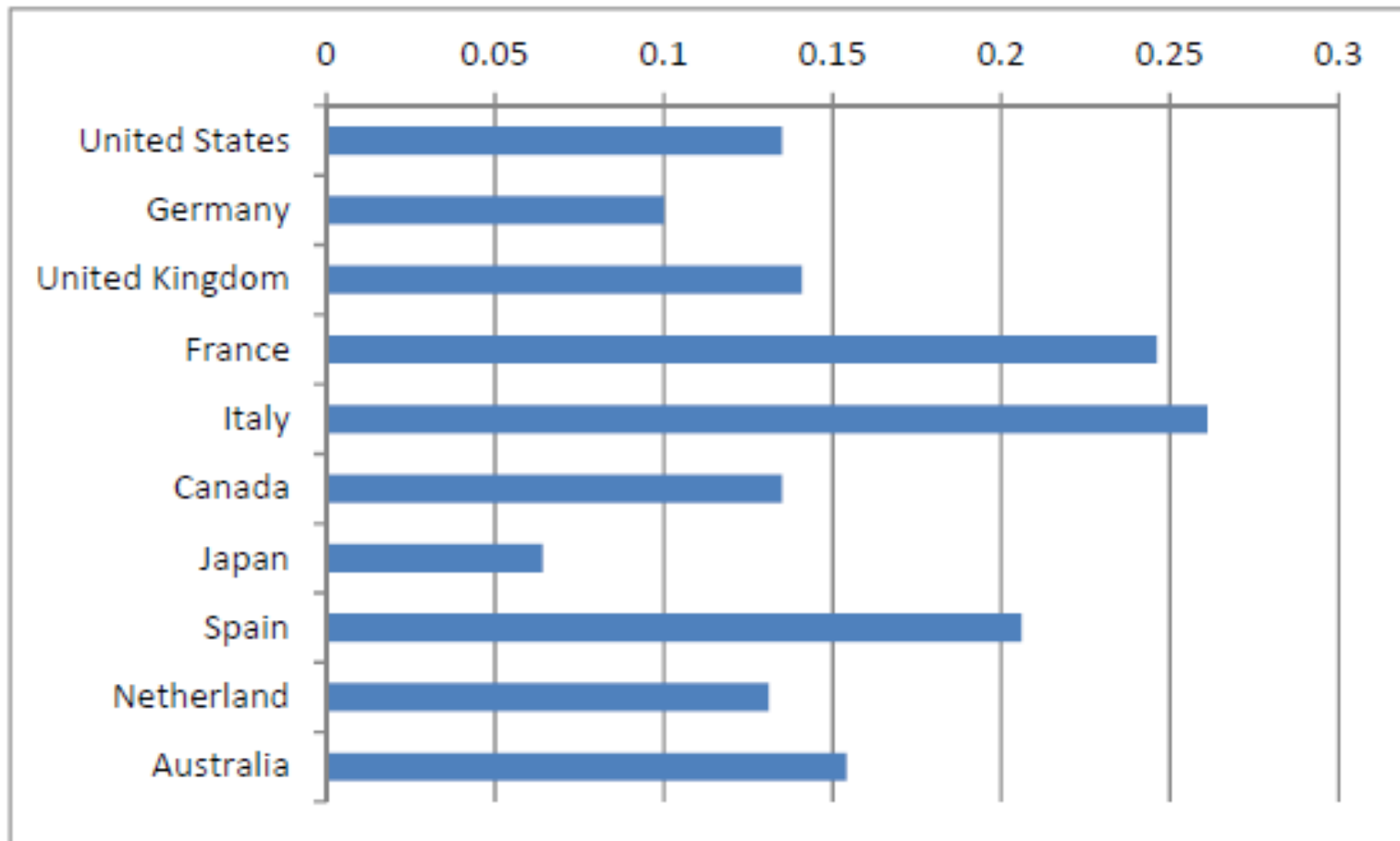


Figure 3. Fraction of women among IAU members of the ten most productive countries in astronomy

Table 1. Distribution of women among different positions at INAF (source Anagrafica INAF)

Position	Total	Women	Fraction
Permanent Positions			
Ordinario/Dirigente di ricerca	38	5	0.13
Associato/Primo ricercatore	136	23	0.17
Ricercatore	425	152	0.36
Non-permanent positions			
Ordinario/Dirigente di ricerca	4	0	0.00
Associato/Primo ricercatore	1	0	0.00
Ricercatore	61	19	0.31
Assegno di ricerca	176	64	0.36
Borsa di studio	67	26	0.39
Technical and Administrative staff			
Permanent Positions	410	163	0.40
Non-permanent positions	23	10	0.44

Table 2. Women presence among different INAF Macroareas

Macroarea	Total	Women	Fraction
1. Galaxies and Cosmology	182	63	0.35
2. Stars and Interstellar Medium	163	58	0.36
3. The Sun and the Solar System	133	40	0.30
4. High Energy and Relativity	136	46	0.34
5. Technology	179	30	0.17

Table 4. Fraction of Italian women first author in the first 200 most quoted publications of each year over the world

Year	Total	No. women
2006	12	1
2007	8	2
2008	17	2
2009	13	2
2010	13	3
2011	8	1
2012	8	0
Total	79	11

- Italy has the highest fraction of women among the ten leading countries in astronomy
- Their role is especially important in INAF, where they make up almost 30% of the research staff members

- In spite of this, women are under-represented in higher career positions
- Female presence is also lower among researchers with high h-factors and among first-authors of most influential papers.
- The run is quite similar to that observed for the career presence

- This suggests that implicit sex discrimination factors likely dominate over explicit ones and are still at work (see also Vernos 2013)
- Explicit gender discrimination factors are considered to be very important by many (see e.g. responses to the questionnaire on European Platform of Women Scientists 13)
- INAF explicitly acts to correct such discrimination by taking care to have adequate female presence in Committees (2 out of 5 in the Council; 3 out of 7 in the Scientific Committee; 4 out of 17 Directors of INAF Institutes) and Panels, as monitored by the CUG
- INAF vice-president and the Chair of the Scientific Committee are women

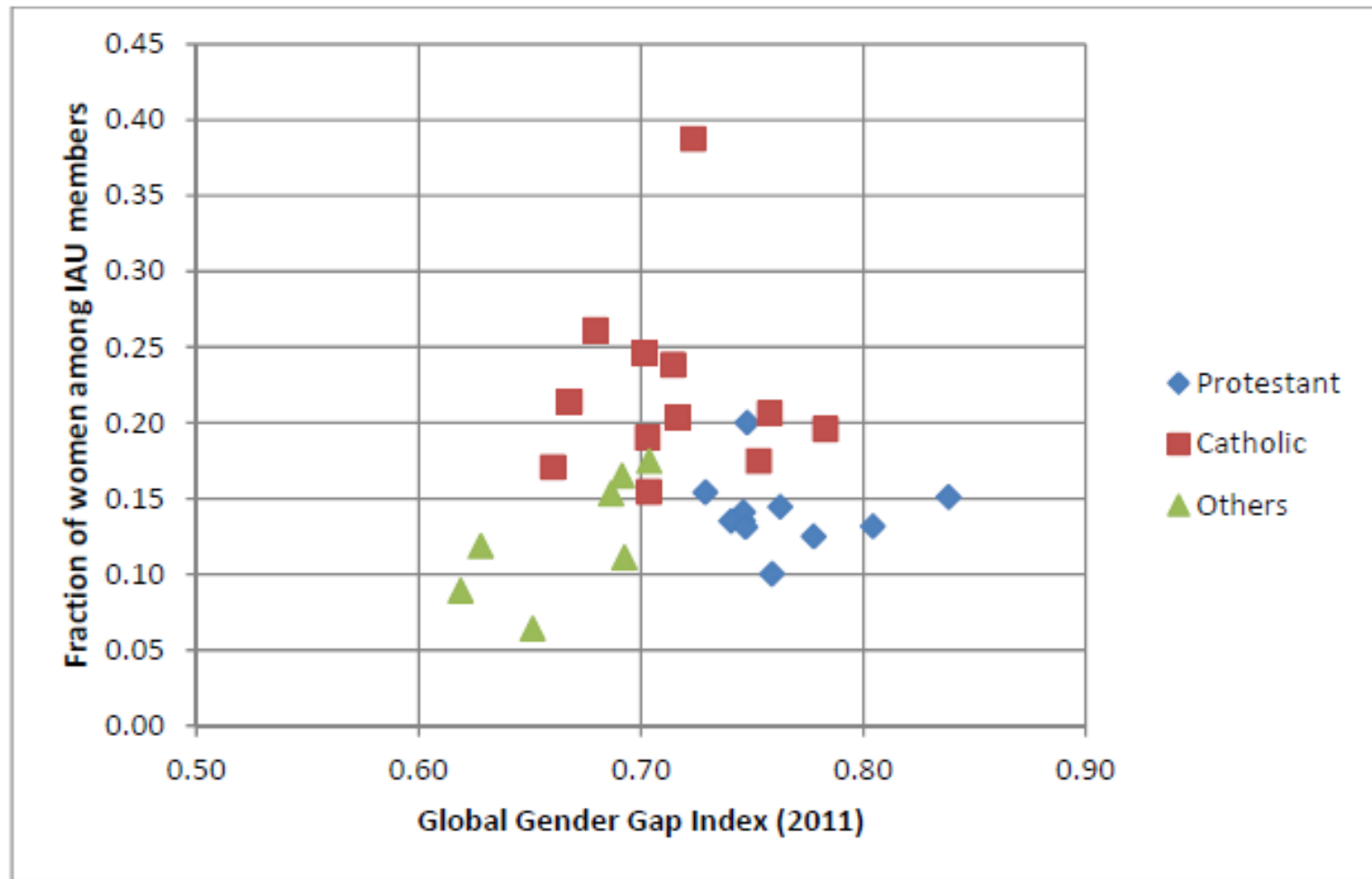


Figure 8. Relation between the fraction of women among IAU members and the Global Gender Gap Index for Year 2011¹⁶ for the thirty countries contributing more to astronomy worldwide. Note that a higher value of the Gender Gap Index indicates less discrimination against women. Different symbols are used for countries of different culture/religion.