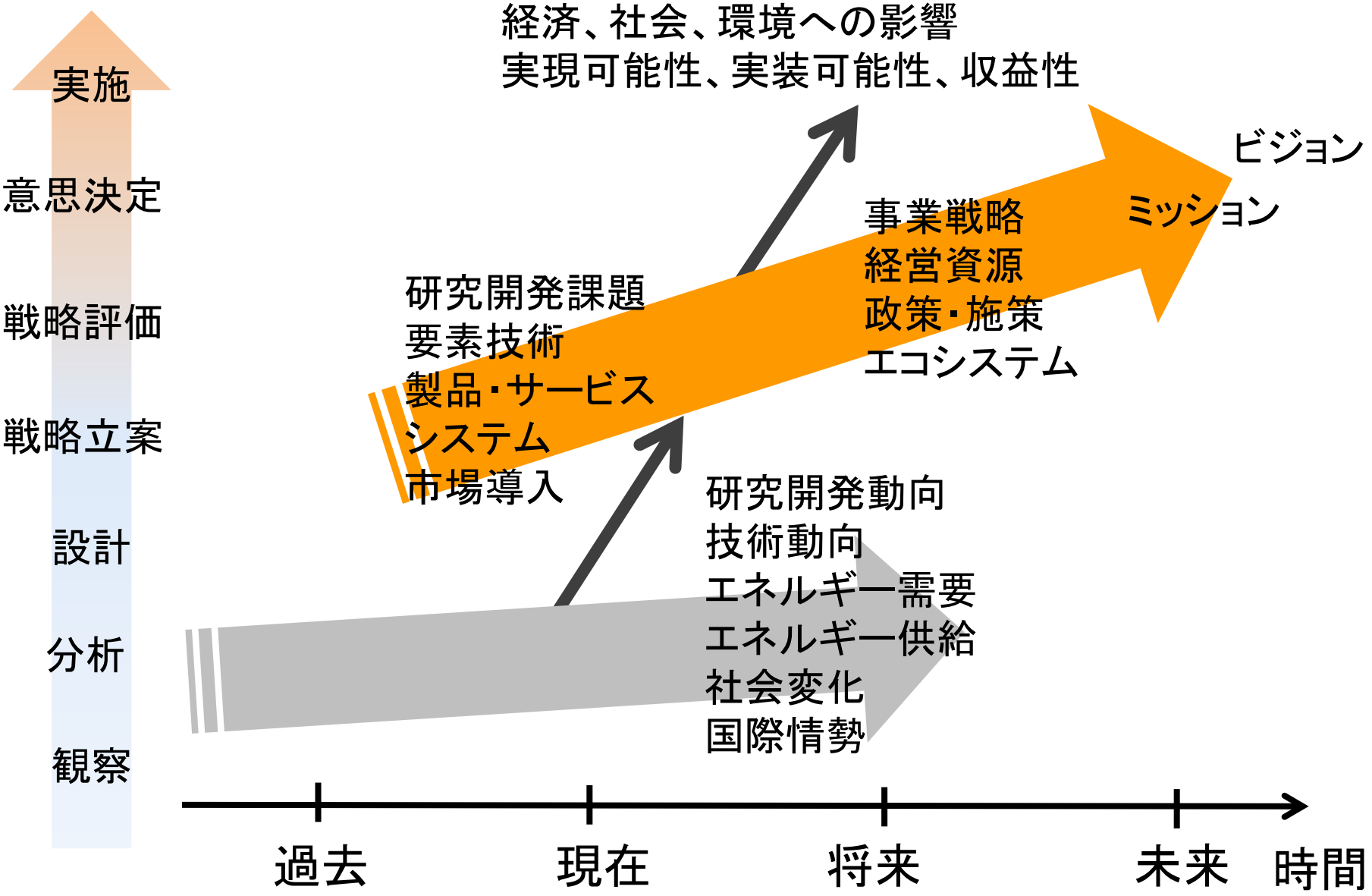
総合資源エネルギー調査会
自主的安全性向上・技術・人材WG
第４回会合
資料３

安全技術に関する研究動向分析

東京工業大学大学院
イノベーションマネジメント研究科
梶川裕矢

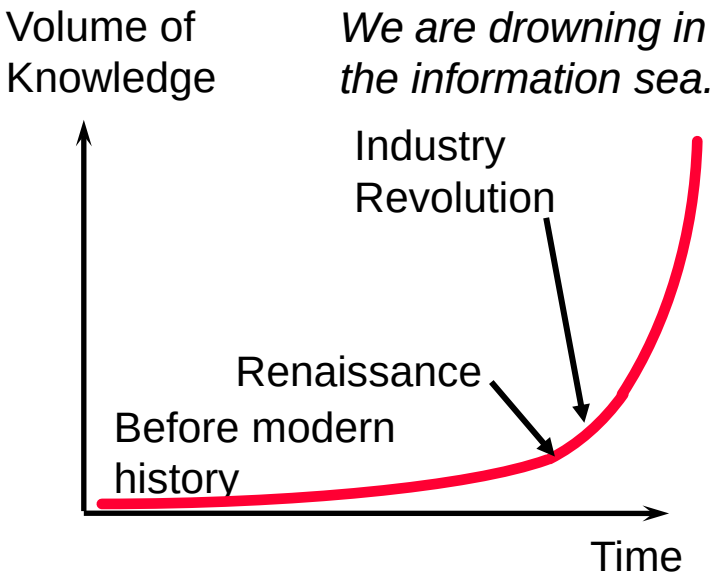
技術ロードマップとは？ “**consensus articulation** of **scientifically informed vision** of **attractive technology futures**” (Branscomb, 1998)



科学技術をめぐる本質的な課題

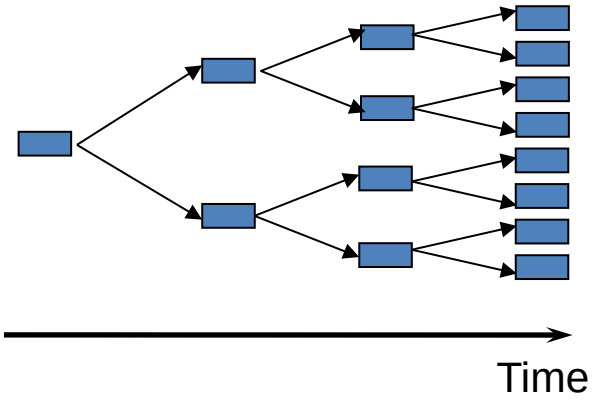
実質合理性、手続き合理性双方における困難性

•知識の爆発



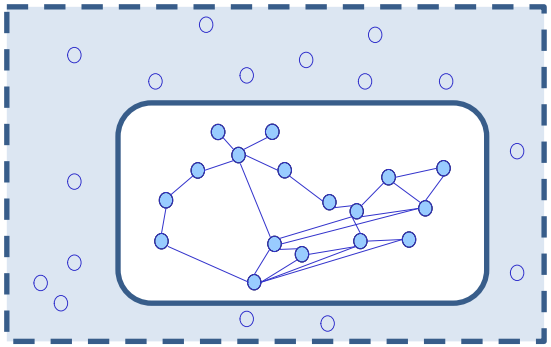
•知識の細分化・専門化

Prerequisite to catch up with the pace of development



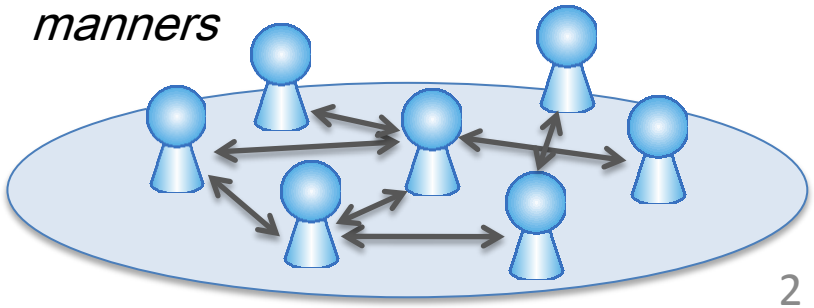
•課題の複雑化

Boundary setting and framing of focal issues



•公共性と意思決定

How to make plan and decision in salient, credible, and legitimate manners



計量書誌分析を用いた安全技術に関する研究動向分析

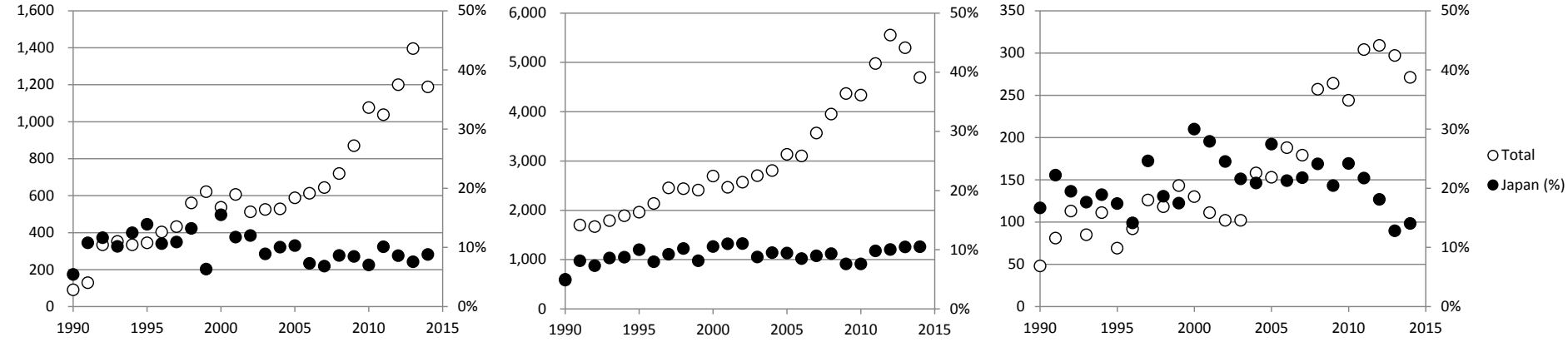
データベース: Science Citation Index-Expanded, Social Science Citation Index (Thomson Reuters)

データセット: 検索キーワード

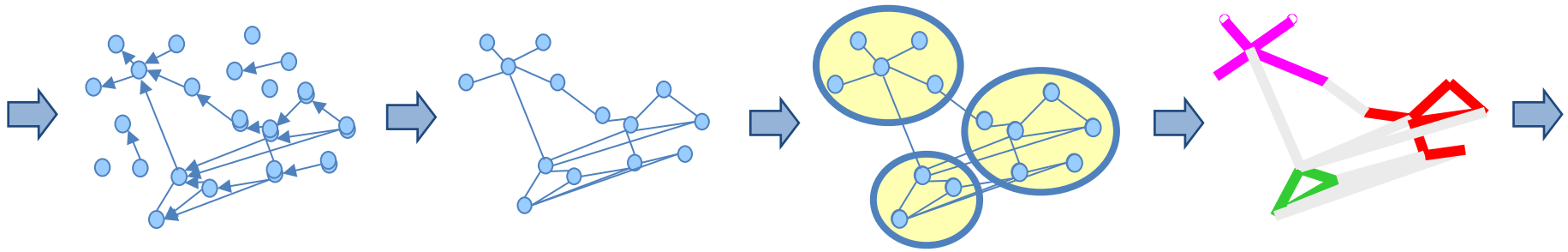
I: Nuclear Reactor Safety (Query = (Nuclear or Reactor) and Safety) 17,882 papers

II: Nuclear Power Plant (Query = Nuclear and (Power* or Reactor* or Plant*)) 10,336 papers

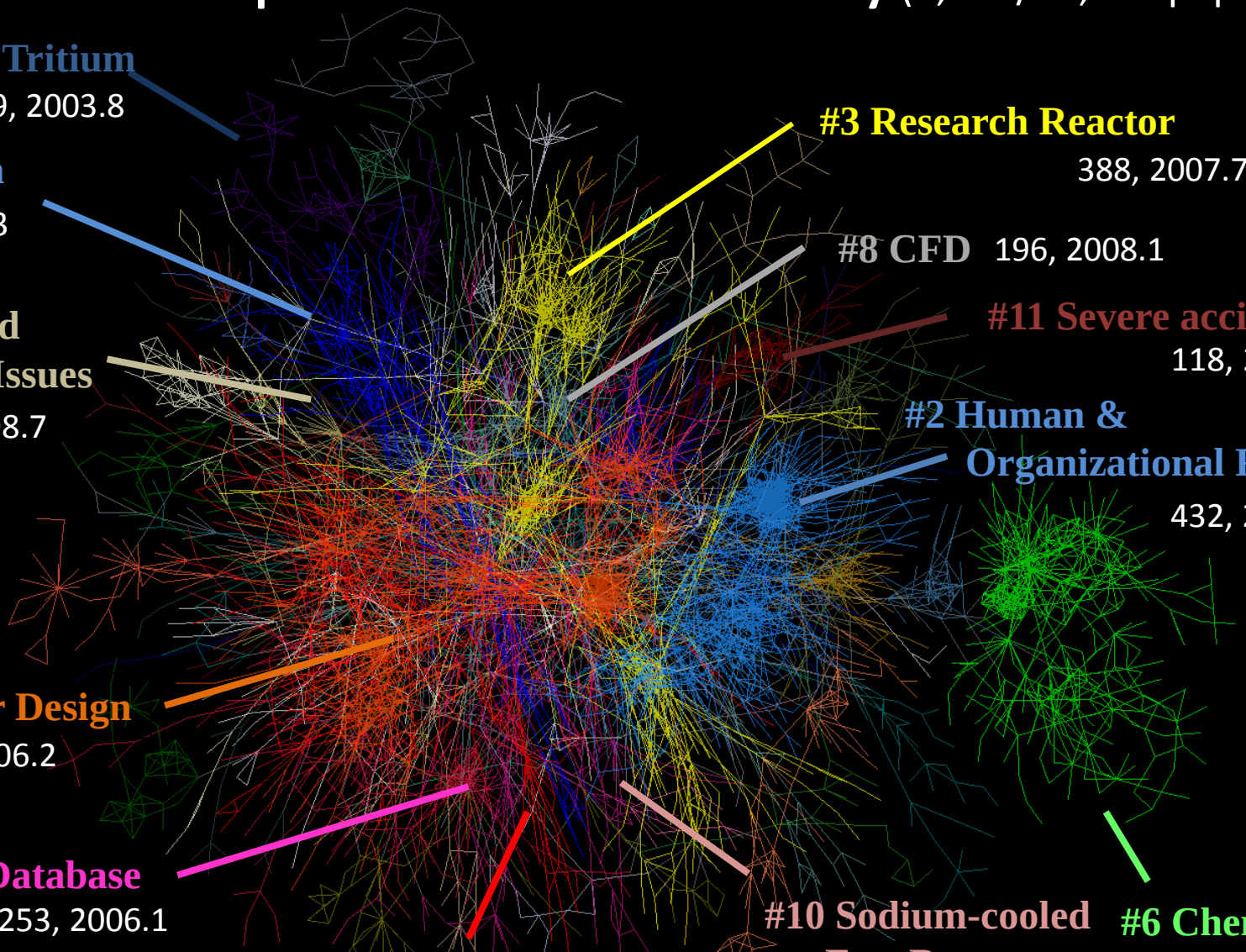
III: LWR (Query="Light Water Reactor*" or "Light Water Nuclear Reactor*" or LWR) 4,608 papers



引用ネットワーク分析

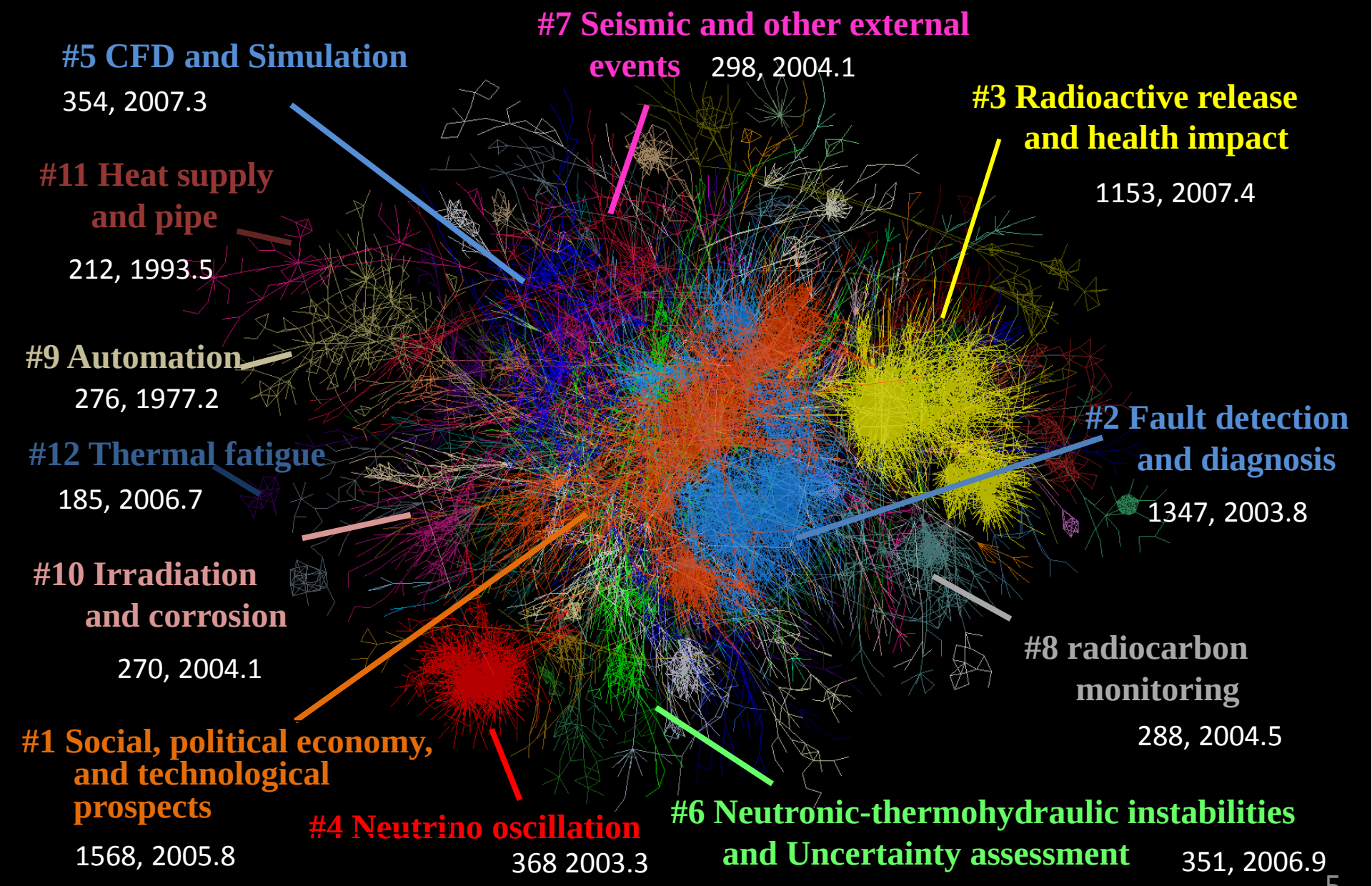


I Academic Landscape of Nuclear Reactor Safety (4,592/17,882 papers)

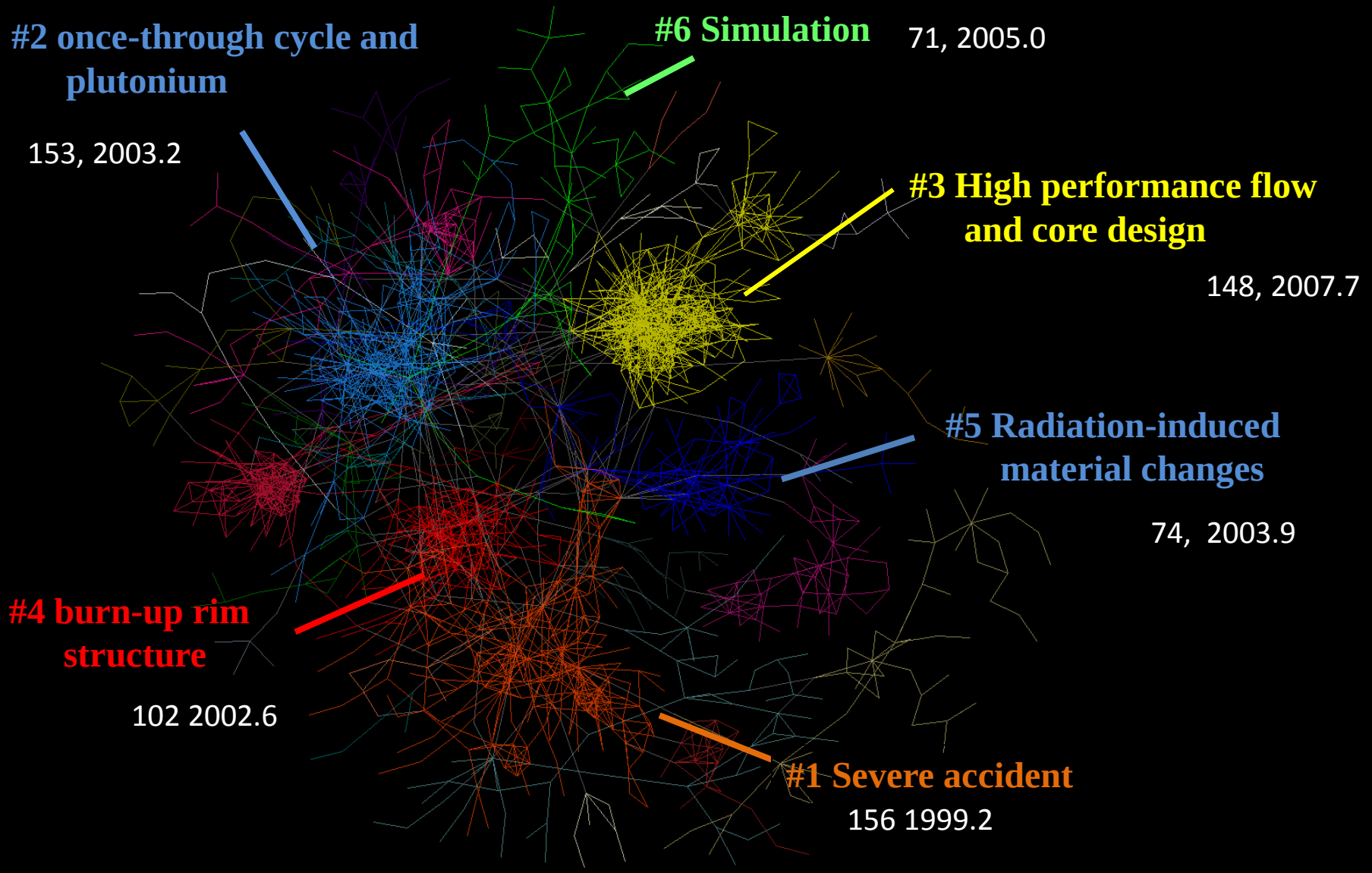


論文数上位3クラスタを再帰的にクラスタリングした結果を別添資料1に示す。

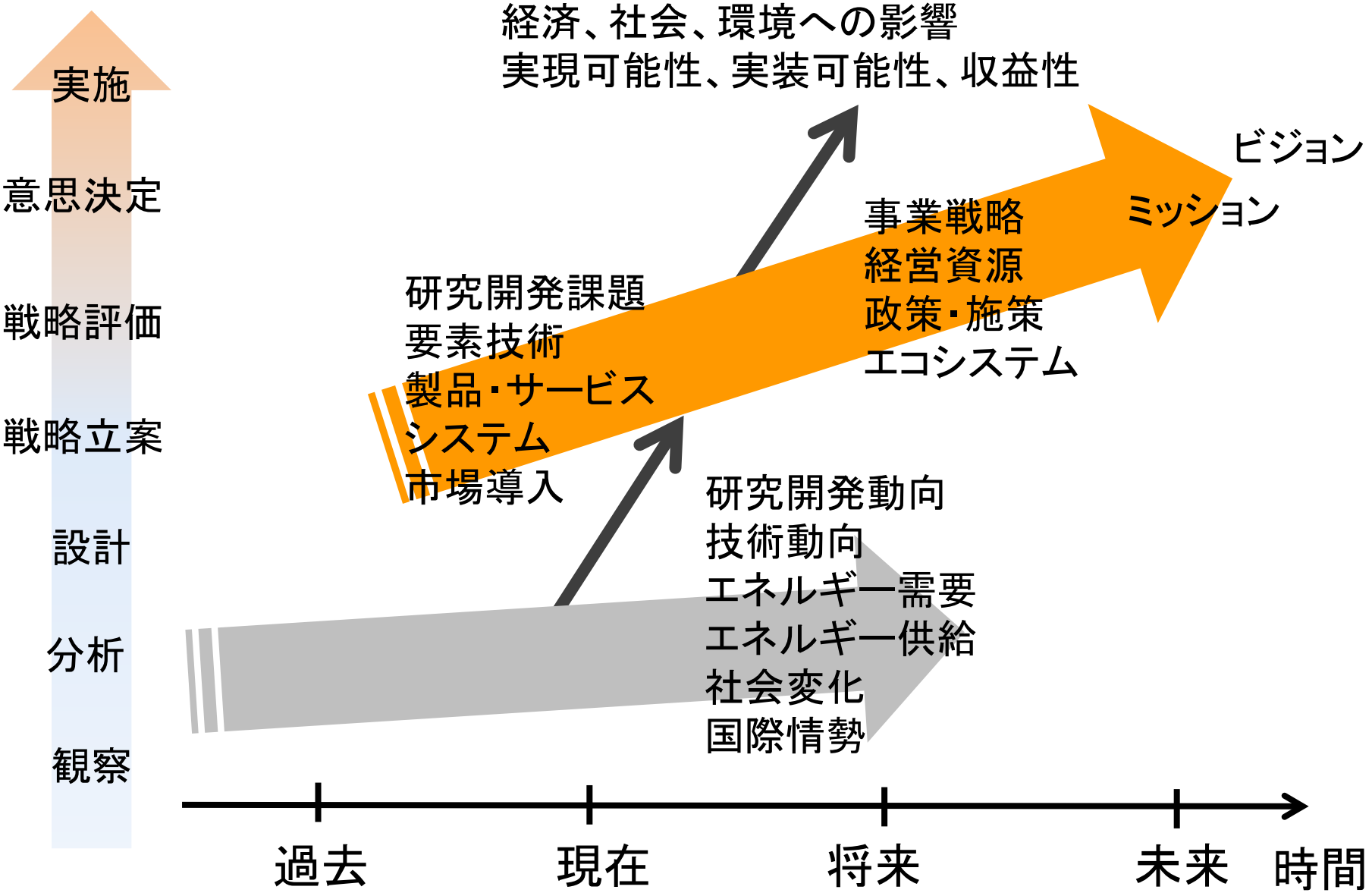
II Academic Landscape of Nuclear Power, Reactor, Plant (10,336/37,608 papers)



III Academic Landscape of Light Water Reactor (4,592/4,608 papers)



技術ロードマップとは？ “**consensus articulation** of **scientifically informed vision** of **attractive technology futures**” (Branscomb, 1998)



分析結果の要点と含意

- 技術ロードマップの定義としては、Lewis Branscombによる“A consensus articulation of a scientifically informed vision of attractive technology futures”が一般的に用いられている。すなわち、ロードマップの策定にあたっては、vision(将来のあるべき姿)をscientifically informed な形で示す必要がある。今回の分析はそのための一助と言う位置付け。また、現在の原子力分野の技術者や研究者だけでなく、将来を担う学生や、他分野の研究者にとっても魅力的な研究開発課題を提示することで、原子力分野に人材を惹きつけられるロードマップとすべきである。

- 原子力発電の安全に関わる研究開発課題はもちろん炉の設計(クラスタ#1)に限らない。人・組織の問題(#2)、研究炉を用いた材料評価(#3)、高速炉(#4, #10)、CFD(#8)やデータベース開発(#7)、シビアアクシデント対策(#11)など多様である。論文数を国別にみると、研究炉(#3)において日本の論文数が世界で最も多く(論文数シェア24.6%)、学術知識の蓄積に国際的に貢献している。PSAや最適化アルゴリズム、人や組織の問題等を含むクラスタ#2における日本の論文数シェアは1.5%(19位)と少なく、今後は情報工学や社会科学分野も含めて強化する必要がある。

- 大学院で原子力を学ぶ学生が100%原子力産業に従事するわけではないこと、平均出版年が若い近年研究が活発な分野では、原子炉に関する専門的知識以外に、原子核物理、材料科学、流体反応工学、情報工学、経営学、政策学など、多様な専門性が必要とされており、研究開発においても、教育においても、人材の流動性を促進する方策に留意する必要がある。

論文数上位3クラスタの詳細

#	Name	Year_ave	# nodes	# links	link/node
1-1	reliability evaluation	2008.5	73	283	3.88
1-2	small modular reactors, IRIS	2008.7	73	114	1.56
1-3	passive safety systems, AP1000, LOCA	2006.2	72	129	1.79
1-4	power level control, HTR-PM	2003.3	71	133	1.87
1-5	reactor safety margin and code scaling	2002.7	69	158	2.29
1-6	high temperature reacto	2008.6	36	44	1.22
1-7	integral reactor	2007.4	30	52	1.73
1-8	accumulated reactor	2007.4	16	18	1.13
1-9	midloop operation, shutdown operation	2001.3	6	6	1.00
2-1	genetic algorithm for surveillance and maintaiance	2005.6	91	350	3.85
2-2	organizational culture and factors	2004.7	83	141	1.70
2-3	task complexity and human factors	2006.1	58	148	2.55
2-4	probabilistic safety assessment and fault tolerant technique	2006.3	43	50	1.16
2-5	human reliability analysis and diagnosis failures	2003.9	39	51	1.31
2-6	management and team performance	2007.7	38	53	1.39
2-7	risk importance measures	2004.5	32	36	1.13
2-8	aging of concrete structure	2002.9	23	29	1.26
2-9	off-site power supply	2007.8	13	12	0.92
2-10	nuclear education	2004	4	3	0.75
2-11	genetic algorithm and redundancy allocation	2008.5	4	3	0.75
3-1	research reactor	2007.5	79	151	1.91
3-2	simulation of fuel-coolant interactions in disruptive accident	2007.2	72	170	2.36
3-3	supercritical water-cooled thermal reactor	2007.9	54	142	2.63
3-4	core design and fuel management optimization	2009.6	35	45	1.29
3-5	sodium-cooled fast reactor	2008.4	34	56	1.65
3-6	multi-physics modeling	2009.5	22	27	1.23
3-7	reactivity insertion	2007.6	21	25	1.19
3-8	molten-salt reactor	2004.1	12	14	1.17
3-9	uncertainty and sensitivity analysis for coupled code calculations	2006.6	9	10	1.11
3-10	debris and solid particle bed	2010	9	9	1.00
3-11	flow instability	2005.8	9	8	0.89
3-12	small fast sodium-cooled reactor	2002.6	8	17	2.13
3-13	supercritical water, CANDU	2006.6	8	8	1.00
3-14	Nigeria Research Reactor	2009	6	7	1.17
3-15	post-accident heat removal	2009.7	6	5	0.83
3-16	thermal-hydraulic phenomena	2008.8	4	4	1.00

link/nodeは論文1本当たりの被引用数であり、当該研究領域の学術的な重要度または注目度を表していると考えられる。