

# 21世紀のイノベーション—戦略的領域と政策提言—

医療機器・介護ロボットを中心に  
—「イカロス・パラドックス」からの脱却を—

## Innovation in the 21st Century

—Strategic Domains and Policy Recommendations—

With a Special Emphasis on Medical Equipment and Assistive Robots

—Beyond “Made in Japan” That Is Trapped in an “Icarus Paradox”—

Presentation Material/ご報告用資料

December 1, 2014/2014年12月1日

Jun KURIHARA/栗原 潤

Research Director, Canon Institute for Global Studies (CIGS)/キヤノングローバル戦略研究所 研究主幹  
Kurihara.Jun@gmail.com

©2014 Jun KURIHARA

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, without the prior permission in writing of the author.

Disclaimer: The views expressed in this presentation are those of the author and do not necessarily reflect those of CIGS.

Slide No. 2

## Conclusion of Today's Talk/本日の結論

### I. イノベーションが大切だが…

イノベーションは成長戦略に不可欠で、日本は特許出願・研究開発費は今でもトップクラスではなぜ、今、“Made in Japan”を世界に発信出来ない閉塞状態にあるのか？

知財が富を生まない“オタク症候群”；「イカロス・パラドックス」に陥った“Made in Japan”かつての世界的な「名匠」が小細工師に、「先駆者」が暴走的・逸脱的技術屋になったのでは？

### II. レベル毎の制度・組織の「点検」：マクロ-メソ-マイクロ

マクロ：国家的イノベーション体制：米国、北欧型を念頭に「再点検」を

メソ：知識ストックの蓄積と外延化：異種・国際ネットワークの外にある日本の研究者

マイクロ：21世紀の“Made in Japan”のための組織構造とヒトは??

米国とは異なる体制を採るにしても、あまりにも国際ネットワークが貧弱過ぎる最尖端技術をグローバルの視点から選別・結合する時代に、国内「一点豪華主義」に固執か？  
対象とする市場・研究開発段階・技術の連続性によって、組織構造を柔軟に変える必要

### III. 机上の空論でなく、事例を!：医療機器・介護ロボットを中心に

医療機器・介護ロボット：経済的・身体的負担軽減のために…

需要と適用分野の外延的拡大へ：ハイテク屋内農場・養殖業

需要と適用分野の外延的拡大へ：バイオ研究支援ロボットシステム

小細工師、暴走的・逸脱的技術屋から脱却し、世界的な「名匠」「先駆者」が集積する日本へ  
異質な国内・国際ネットワークの模索と構築：潜在需要の顕在化、コスト管理、標準化のために

IV. 結語：実行あるのみ(Serendipityの重要性) Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

**Innovation Drives Growth/イノベーションが成長を駆り立てる**イノベーションが成長を駆り立てる、とは…

企業は、研究者のR&D活動を通じて発明を行なう。

研究者は、自らの能力と、  
経済社会の中で利用可能な知識ストックを使って活動する。  
その研究開発の成果は、公共財的性格を持つ知識となる。

“Innovation drives growth.  
Firms invest in R&D by hiring individuals to serve as inventors.  
An inventor develops new varieties  
at a rate that depends on his own ability and  
the stock of knowledge capital available in the economy.  
Knowledge accumulates  
with R&D experience and is non-proprietary. . . .”

Source: Grossman, Gene M. and Elhanan Helpman: “Growth, Trade, and Inequality,”  
NBER Working Paper No. 20502, 2014, p. 34.

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

**Innovation Produces Inequality/イノベーションが格差を生み出す****Innovation Systems in the World/世界のイノベーション体制**

世界経済はほぼ一貫して国家間の格差を広げ、  
またグローバル化は国内格差を広げる要因となっていた。  
(特に、19世紀末から20世紀初頭における第一次(欧州主導の)グローバル時代、  
戦後の第二次(全地球的な)グローバル時代に注目: ただ近年は中国の台頭で国際間格差に変化)

**Inter- and Intra- Inequalities in the World (Theil Index)/世界の国家間・国内格差(タイル指数)**

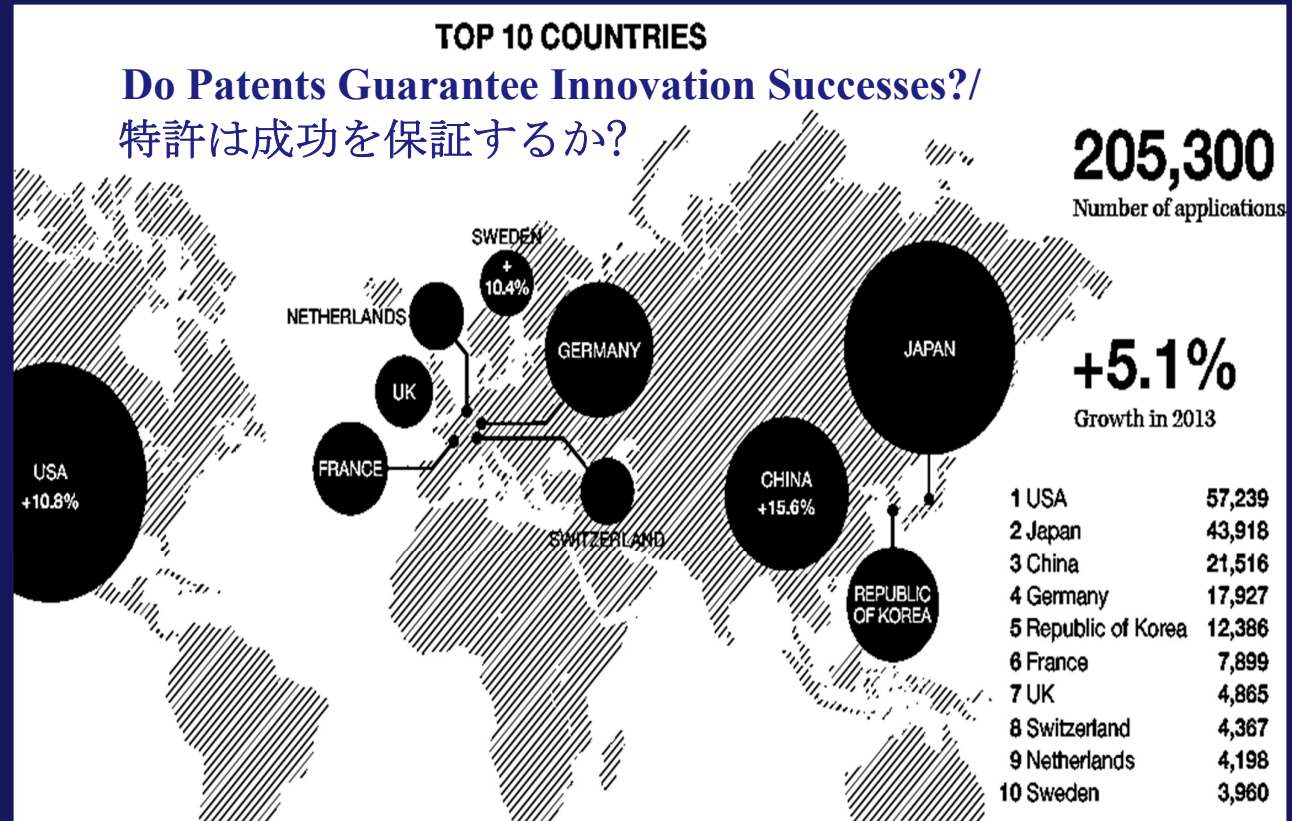
	1700	1820	1870	1910	1929	1960	1980	1992	2000	2008
Inter-State/ 国家間格差	0.04	0.05	0.19	0.30	0.37	0.46	0.50	0.54	0.51 Down	0.39 Down
Intra-State/ 国内格差	0.45	0.46	0.48 Up	0.50 Up	0.41 Down	0.32	0.33	0.34	0.35	0.36 (Up)

Source: Bourguignon and Morrisson, “Inequality among World Citizen 1820-1992,” 2002;  
Morrisson and Murtin, “Average Income Inequality between Countries (1700-2030),” 2011.

技術進歩は、組織・個人の適応能力の違いを反映して階層分化(格差)を生み出す。  
グローバル化は、各国の知識ストックを集約・拡大させ、技術進歩を更に加速化する。

国籍にかかわらず世界中の人間は、新規技術に対する適応能力の差を反映して、  
牽引役・従属者・非適合者(Leaders, Followers, Laggards)に別れ、階層分化(格差)を拡大する。  
技術に関する牽引能力・適応能力が高い組織・個人が多数存在する国と、  
少数派しか存在しない国との間には階層分化(格差)が生じる。

**Puzzle 1: Patent Filings (a)/謎1: 特許出願 (a)**



Source: World Intellectual Property Organization (WIPO):  
“Who Filed the Most PCT Patent Applications in 2013?” 2014, p. 1.

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

**Puzzle 1: Patent Filings (b)/謎1: 特許出願 (b)**

**Do Patents Guarantee Innovation Successes?/  
特許は成功を保証するか?**

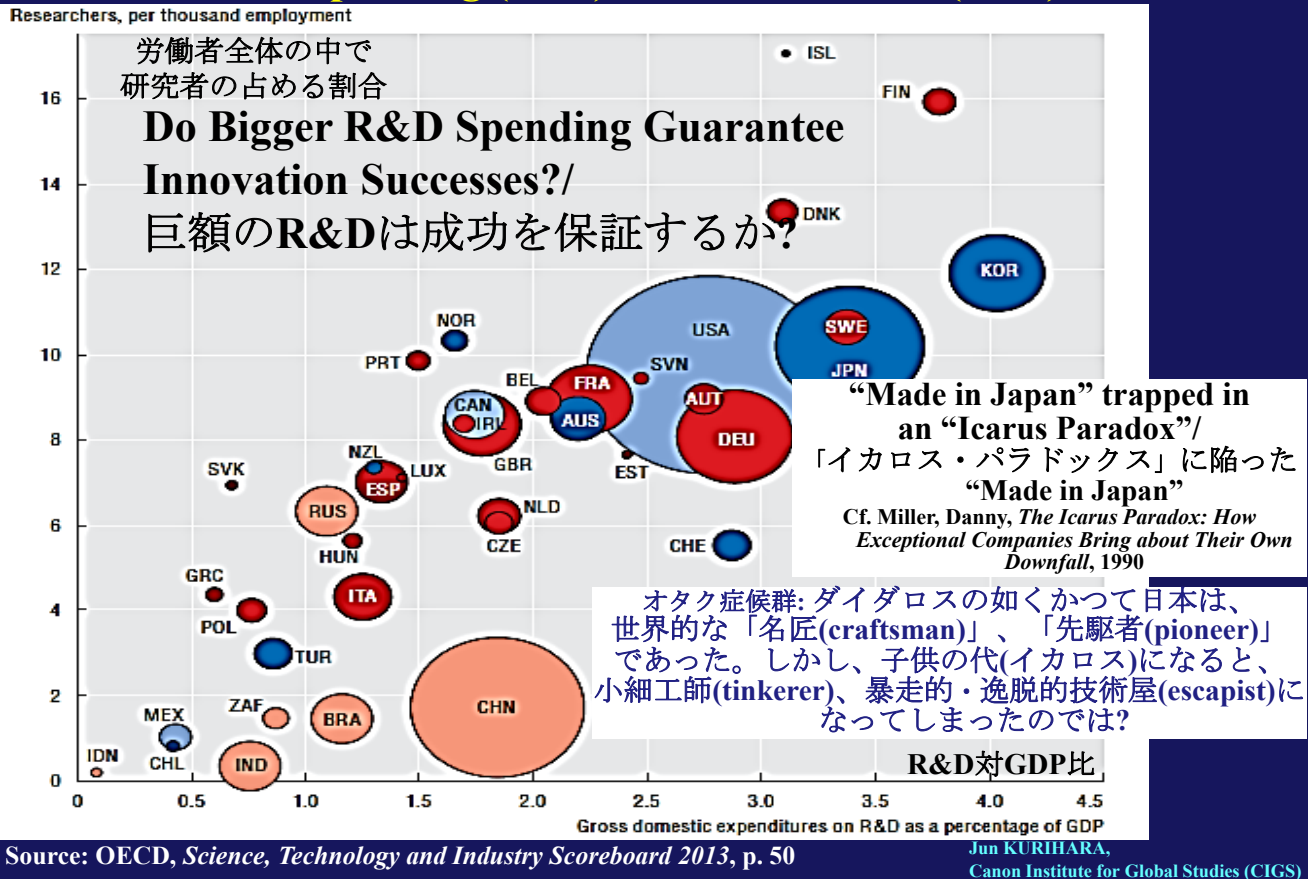
	Leading Technologies	Filings
1	Electrical Machinery Apparatus, Energy	14,897
2	Computer	14,684
3	Digital Communication	14,509
4	Medical Technology	11,920
5	Measurement	7,952

	Top Applicants	Filings
1	<b>Panasonic (JPN)</b>	<b>2,881</b>
2	ZTE/中兴通讯 (CHN)	2,309
3	Huawei/华为技术 (CHN)	2,094
4	Qualcom (USA)	2,036
5	Intel (USA)	1,852
6	<b>Sharp (JPN)</b>	<b>1,840</b>
7	Robert Bosch (DEU)	1,786
8	<b>Toyota (JPN)</b>	<b>1,696</b>
9	Ericsson (SWE)	1,467
10	Philips (NLD)	1,423
11	Siemens (DEU)	1,323
12	Mitsubishi (JPN)	1,312
13	Samsung (KOR)	1,193
14	<b>NEC (JPN)</b>	<b>1,190</b>
15	LG (KOR)	1,170

Source: World Intellectual Property Organization (WIPO):  
“Who Filed the Most PCT Patent Applications in 2013?” 2014, p. 1.

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

**Puzzle 2: R&D Spending (2011)/謎2: 研究開発費 (2011)**



**National Innovation System (a)/国家的イノベーション体制 (a)**

**組織・個人をイノベーションに取り組みさせる制度の「再点検」**

如何なる政策と制度的・組織的配列が、先導的革新を生み、特許だけでなく、所得を生み富を蓄積することができるか。

それは①(米国的な)過酷な競争原理か、

それとも②(北欧的な)不平等是正にも注視した競争政策か。

③先導的な技術革新ではなく、追従的な技術政策・戦略は可能か。

当然のことながら、… 万能でフリーサイズの政策などはない。

“What kinds of policies and institutional arrangements—  
what kind of economic systems—are most conducive to being an innovation leader  
—not just obtaining patents, but designing an innovation system  
that generates large and persistent increases in standards of living?

[1] Is it cutthroat competition? Or [2] is the more gentle . . . model,

in which government takes on a larger role and  
in which a broad array of policies provide social protection and  
result in less inequality, more conducive to innovation?

[3] Should we expect that the policies of the follower differ from  
those of the leader, and if so, in what ways? . . .

**Not surprisingly, . . . one size fits all policies don't work”**



**National Innovation System (b)/国家的イノベーション体制 (b)**

**U.S. Leadership in Innovation Systems (1)**

**(1) Market Size (Directed Technological Change)/市場規模の効果**

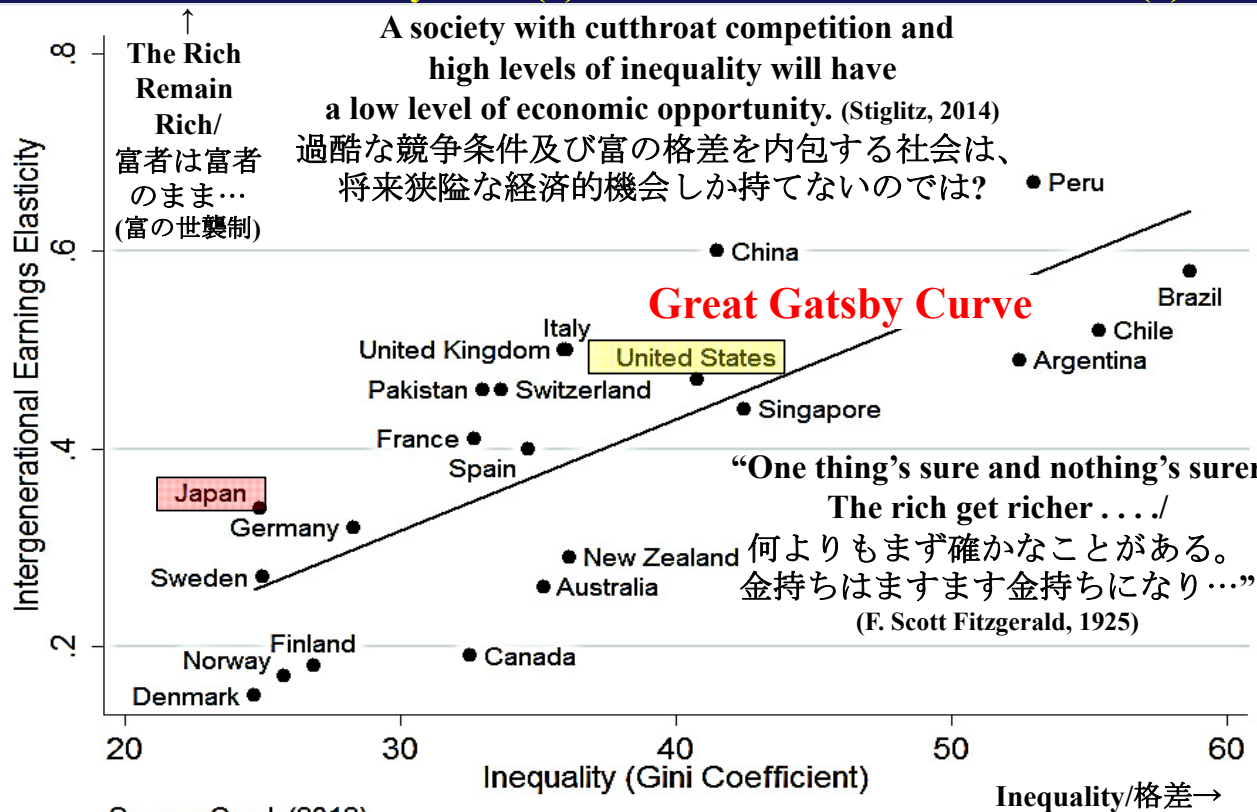
“The effect of market size on entry of new drugs and new molecular entities . . . has important implications . . . for research on the pharmaceutical industry. . . R&D and technological change are directed toward more profitable areas.”  
(Acemoglu and Linn, “Market Size in Innovation: Theory and Evidence from the Pharmaceutical Industry,” 2004)

**(2) Competition Policy (Cutthroat vs. Cuddly)/競争政策の効果**

“The world equilibrium is asymmetric: one country (the frontier economy) adopts a cutthroat reward structure, with high-powered incentives for success, while other countries free-ride on this frontier economy and choose a more egalitarian, cuddly, reward structure. . . In this equilibrium, we cannot all be like the Scandinavians, because Scandinavian capitalism depends in part on the knowledge spillovers created by the more cutthroat American capitalism.”

(Acemoglu *et al.*, “Can’t We All Be More Like Scandinavians? Asymmetric Growth and Institutions in an Interdependent World?” 2012)

**National Innovation System (c)/国家的イノベーション体制 (c)**



# National Innovation System (d)/国家的イノベーション体制 (d)

## U.S. Leadership in Innovation Systems (2)

### (3) A Historical Accident (a “Gift” of WWII)/歴史的要因

Limited Capability of Churchillite England: “The first primary lesson, then, is banal. If you are going to have a scientist in a position of isolated power, the only scientist among nonscientists, it is dangerous when he has bad judgment.”

(Snow, *Science and Government*, 1964 (the 1960 Godkin Lectures at the Harvard Kennedy School))

### (4) Development Policies/振興政策

Innovation in the US and other market economies have similarly emphasized the role of the state.

(cf. Mazzucato, *The Entrepreneurial State*, 2013; Janeway, *Doing Capitalism in the Innovation Economy*, 2012)

## Government Support (Next slide)/助成策 (次のスライド)

### (5) Policies Correcting Market Failures/市場の失敗を防ぐ政策

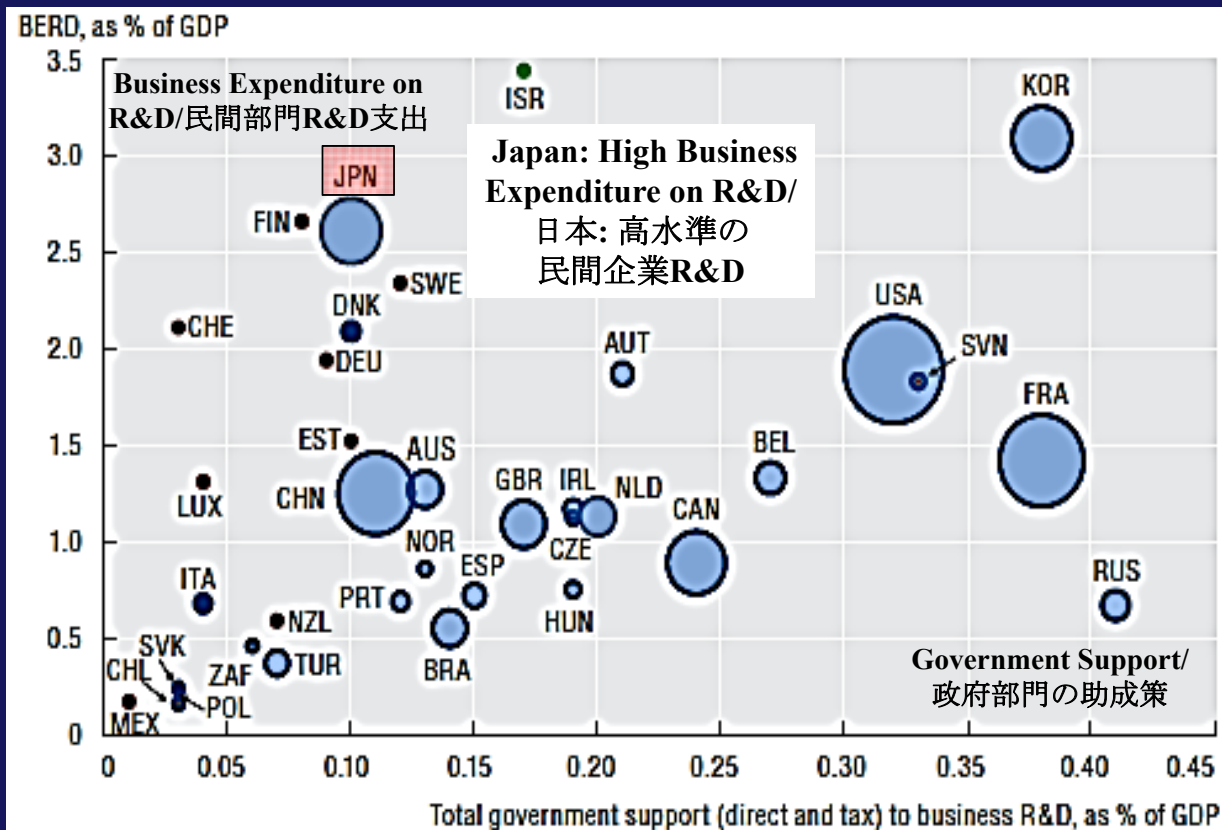
Esp. Externalities (Education and Infrastructure)

“While immigrants account for about 12% of the entire US labor force, they account for 25% of US scientists and engineers, 50% of US PhDs, 60% of post-doctoral students, and 26% of US-based Nobel Laureates.”

(World Intellectual Property Organization (WIPO): “World Intellectual Property Indicators 2013,” p. 21.)

## Meso-Level Analysis/メソ・レベル分析

# National Innovation System (e)/国家的イノベーション体制 (e)



**Meso: International Mobility of Inventors/メソ: 発明家の国際移動**

**Immigrants/発明家の入国 (2006~2010) Emigrants/発明家の出国**

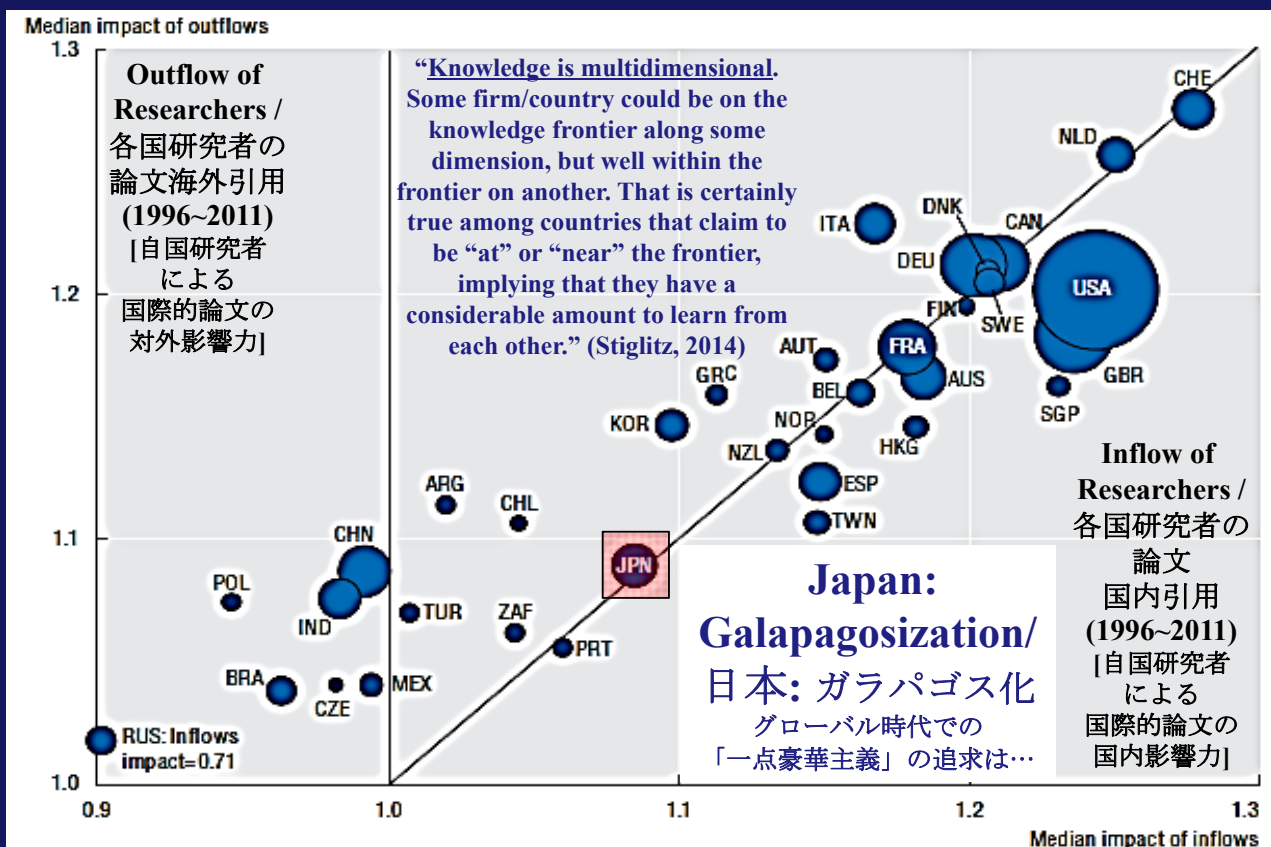
	Country	Number	%
	World	205,446	100.0
1	USA	117,244	57.1
2	Germany	14,547	7.1
3	Switzerland	12,479	6.1
4	United Kingdom	9,113	4.4
5	Netherlands	5,565	2.7
6	France	5,369	2.6
7	Singapore	4,334	2.1
8	Canada	4,107	2.0
9	Japan	4,092	2.0
10	China	3,289	1.6
11	Sweden	3,204	1.6
12	Belgium	3,173	1.5
13	Australia	2,441	1.2
14	Finland	1,969	1.0
15	Austria	1,905	0.9

	Country	Number	%
	World	205,446	100.0
1	China	33,414	16.3
2	India	24,807	12.1
3	Germany	19,043	9.3
4	United Kingdom	15,160	7.4
5	Canada	13,056	6.4
6	France	11,790	5.7
7	USA	6,795	3.3
8	South Korea	6,101	3.0
9	Italy	6,092	3.0
10	Netherlands	5,052	2.5
11	Russia	4,404	2.1
12	Japan	4,029	2.0
13	Australia	3,212	1.6
14	Spain	3,085	1.5
15	Austria	2,775	1.4

Source: World Intellectual Property Organization (WIPO): "World Intellectual Property Indicators 2013," p. 25.

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

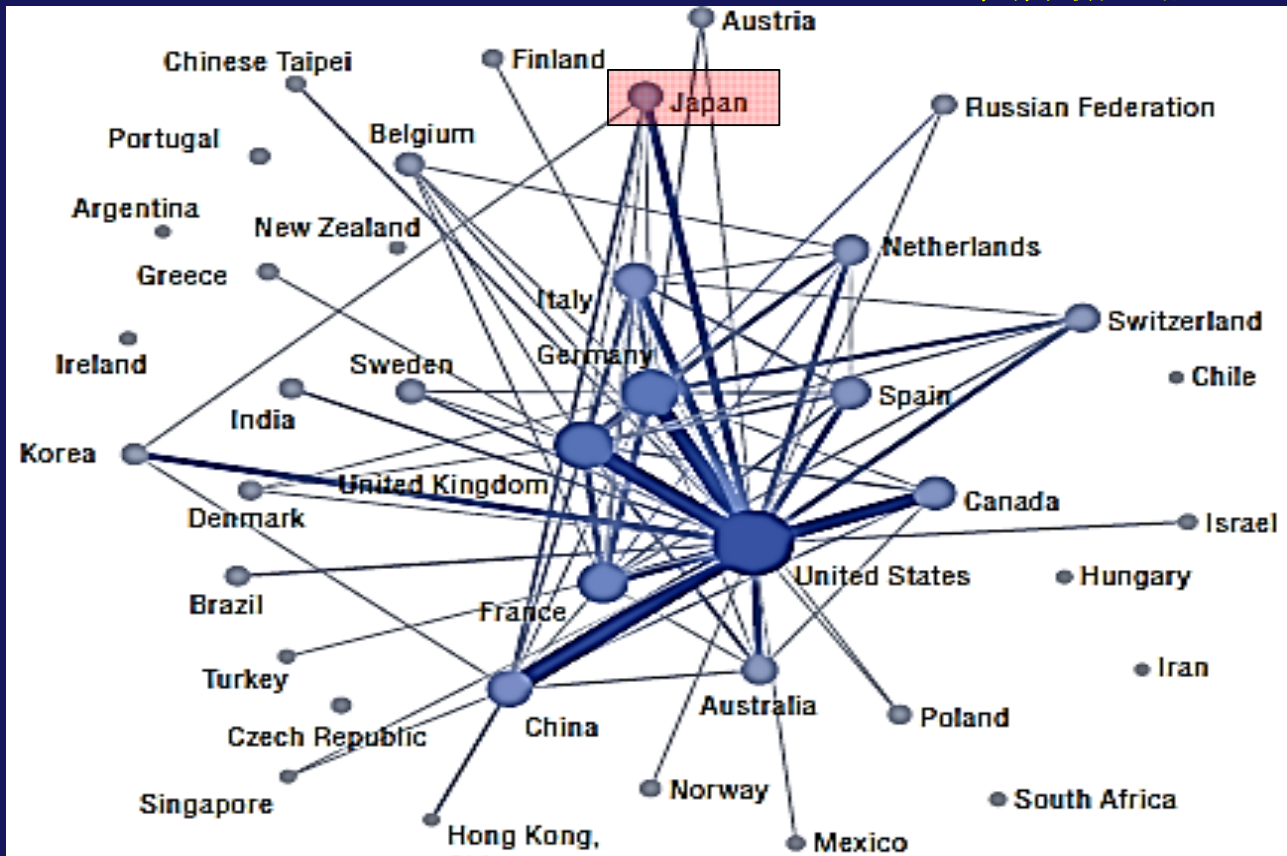
**Meso: International Connectedness/メソ: 国際連結性**



Source: OECD, Science, Technology and Industry Scoreboard 2013, p. 61

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

**Meso: International Collaborative Networks/メソ: 国際協力網**



Note: A network analysis based on international co-authorship.  
Source: OECD, *Science, Technology and Industry Scoreboard 2013*, p. 59

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

**Micro: Networks—Open or Closed/マイクロ: ネットワークは開放系か閉鎖系か**

- ①開発対象 (複雑か単純か)、②開発段階 (初期か中期か最終段階か)、
- ③技術の連続性 (連続的か非連続的か) によって、最適ネットワーク構造は変わる

**“The past is not sufficient to explain the future.** Unremitting, unpredictable, and sometimes alarming change makes it difficult for any organization or manage to stay current, accurately predict the future, and maintain constancy of direction.”

(Cameron and Quinn, *Diagnosing and Changing Organizational Culture Based on Competing Values Framework*, 3rd ed., 2011)

シュミレーションによると、「半孤立的」組織構造が中長期的に優れている (下図参照)

**(a) 孤立的組織構造**

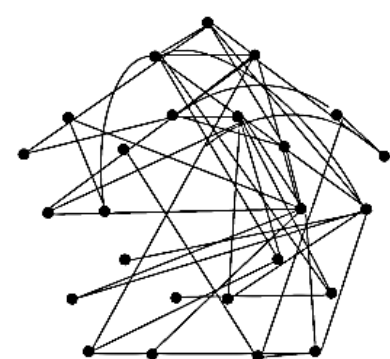
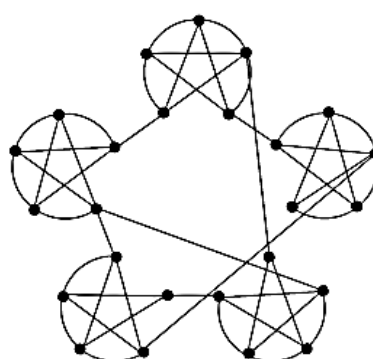
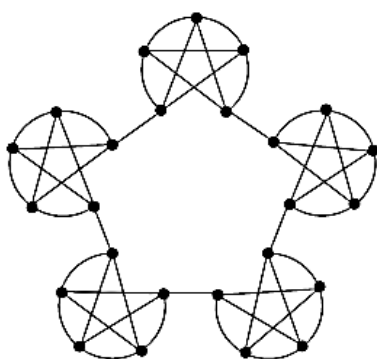
**(b) 半孤立的組織構造**

**(c) 不定形型組織構造**

(a) Nearly isolated subgroup structure

(b) Semi-isolated subgroup structure with randomly rewired links

(c) Random network: Network structure without subgroup identity



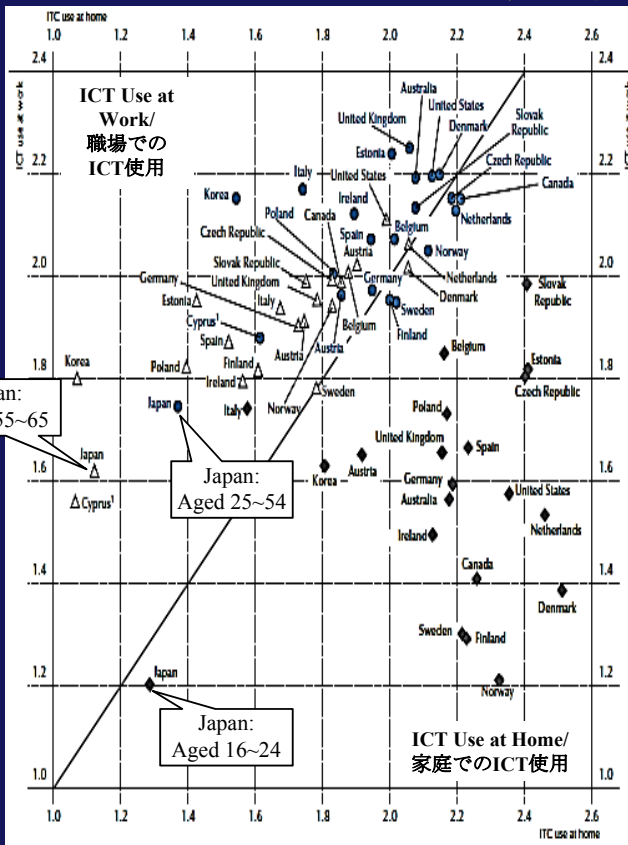
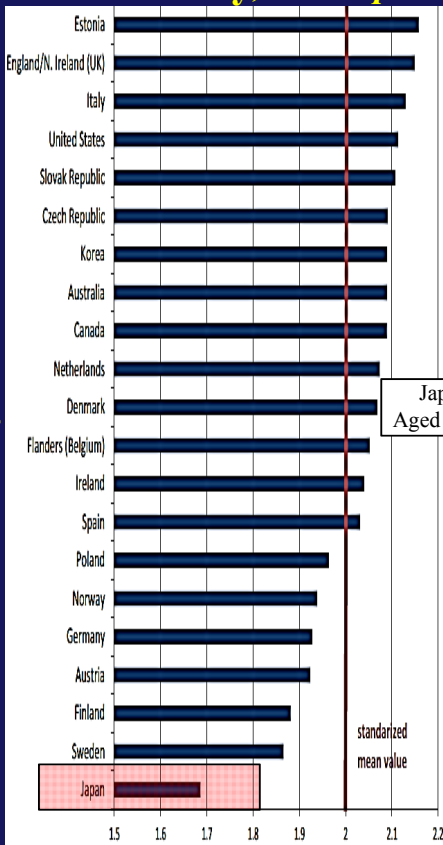
Source: Fang, Christina *et al.*, “Balancing Exploration and Exploitation through Structural Design: The Isolation of Subgroups and Organizational Learning,” *Organization Science*, 2010, p. 630.

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)



Micro: ICT Literacy, An Elephant in the Room?/マイクロ: ICT識字率

Programme for the International Assessment of Adult Competencies (PIAAC) (2012)/ 国際成人力調査 (2012年)



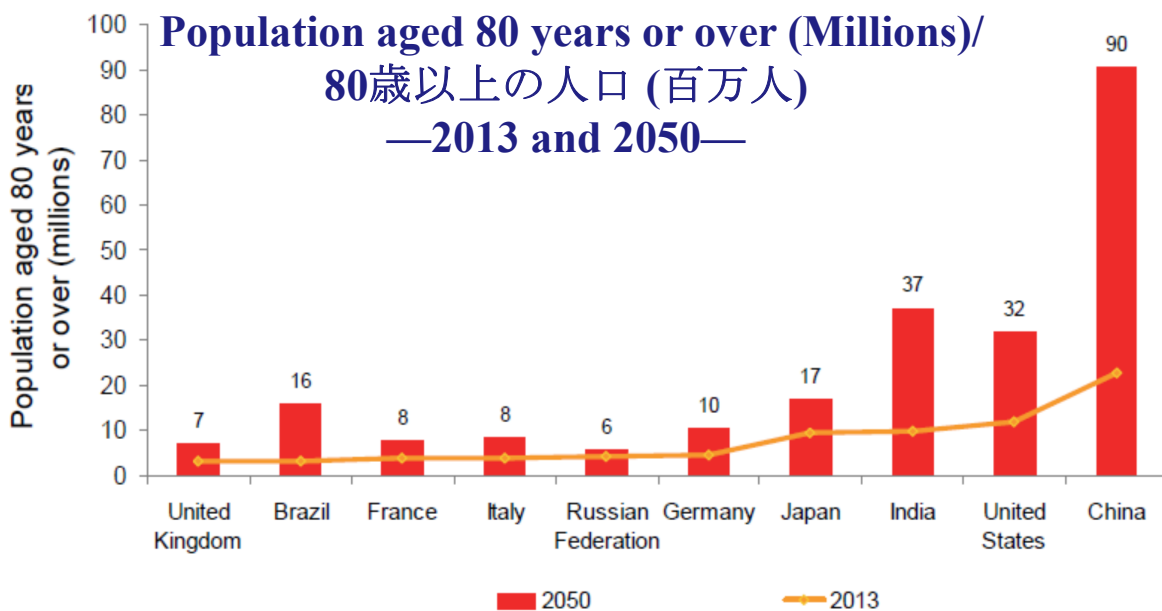
(項目反応理論による分析では日本の成人は、...ICTを使用する頻度が参加国中最も低い水準 (日本人全体としては、読解力、数的思考力が世界の最高水準なのだが)。)  
 (国際教育政策研究所「OECD国際成人力調査 調査結果の要約」二〇一三年 二十頁)

Source: OECD, "Skills and Jobs in the Internet Economy," Digital Economy Paper, No. 242, 2014, p. 22. and "Skills Outlook 2013: First Results from the Survey of Adult Skills," p. 155.

Jun KURIHARA, Canon Institute for Global Studies (CIGS)

Medical Equipment & Assistive Robots/医療機器・介護ロボット

Potential Demand for Elderly Care Goods and Services/  
 介護製品・サービスの潜在需要



NOTE: The order from right to left gives the ranking in terms of population size in 2010.

Source: United Nations, "World Population Ageing 2013," 2014, p. 33.

Jun KURIHARA, Canon Institute for Global Studies (CIGS)

## Medical Equipment & Assistive Robots/医療機器・介護ロボット

### Growing Complication of Product and Service Types, and Growing Imports /

複雑化する製品・サービスの種類と、輸入の増加

(1995年から2012年の間に医療機器の種類は1.48倍、生産は1.42倍、輸出は1.81倍、輸入は2.02倍)

(1000 items, Trillions of Yen/1000品種、兆円)

	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<b>No. of Items</b>	111	116	114	112	115	117	117	119	124	132	128	134	136	126	147	148	157	164
<b>Production</b>	1.34	1.46	1.51	1.52	1.49	1.49	1.52	1.50	1.50	1.53	1.57	1.69	1.68	1.69	1.58	1.71	1.81	1.90
<b>Exports</b>	0.27	0.30	0.33	0.33	0.37	0.36	0.40	0.38	0.42	0.43	0.47	0.53	0.58	0.56	0.48	0.45	0.48	0.49
<b>Imports</b>	0.59	0.71	0.75	0.83	0.83	0.82	0.84	0.84	0.88	0.96	1.01	1.10	1.02	1.09	1.07	1.06	1.06	1.19

Source: Kobayashi and Kurihara, "In Search of *Élan Vital* for Japan: Aging and Directed Technological Change:— Designing Optimum Gerontechnology as a Growth Engine—," 2014.

Statistics: Ministry of Health, Labour and Welfare, *Yakuji Kogyo Seisan Dotai Tokei Nenpo*, [薬事工業生産動態統計年報/Annual Report of Production Statistics in Drug Industries]

先導的事例だけで見ると、日本の介護ロボット製造業は、世界をリードしているとは言えるが、実は、日本企業は、欧米企業に比して、競争力を持っているとは言えない。

"Anecdotal reports imply that the Japan leads the world in elder care robotics manufacturing. A recent story from Fox News in the US reported, 'If you grow old in Japan, expect to be served food by a robot, ride a voice-recognition wheelchair or even possibly hire a nurse in a robotic suit — all examples of cutting-edge technology to care for the country's rapidly graying population' (Fox News, 2007). . . .

Despite having developed technologically sophisticated prototypes, Japanese assistive robotics manufacturers have not gained any empirically measurable market lead over developers in the United States and the European Union."

(OECD, "The Robotics Innovation Challenge," 2012)

### 仮説: Heterogeneous/Global Networksの欠如による

①(顕在的)需要不足、②コスト高、③未発達の標準化

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

## High-Tech Indoor Farming and Aquaculture//ハイテク屋内農場・養殖業

### Potential Demand for Assistive Robots/

支援ロボットに対する潜在需要

#### High-tech Indoor Farming/ハイテク屋内農場

Potential Demand for Assistive Robots/支援ロボットに対する需要

Fresh Produce under Strict Safety Control/厳格な安全管理の下での新鮮野菜

Agricultural Labor Force Aging/農業労働力の高齢化

High Labor Costs/高い労働コスト

Example: Shimamura, Shigeharu (Mirai Co., Ltd.)/嶋村茂治氏 (株式会社みらい)

Cf. Palus, Shannon, "Japan's Massive Indoor Farm Produces 10,000 Heads of Fresh Lettuce Every Day: The Innovative Farming Solution Could Help Cut Down on Food Waste," Smithsonian.com, July 2014.

#### High-tech Aquaculture with 'Third Water'/ハイテク養殖業 (仮説段階)

Potential Demand for Assistive Robots/支援ロボットに対する需要

Declining Traditional Capture Fisheries/伝統的方法による(獲る)漁業の衰退

Fresh Fish and Prawns under Strict Safety Control/厳格な安全管理の下での水産物

Fishery Workers' Aging/漁業就業者の高齢化

High Labor Costs/高い労働コスト

Example: Yamamoto, Toshimasa (Okayama U. of Science)/山本俊政氏 (岡山理科大学)

Cf. Far Eastern Agriculture, "Cambodia to Rear Prawns in 'Third Water'," May 2014.

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)

**Bio-research Support Robotics/バイオ研究支援ロボットシステム****Potential Demand for Assistive Robots/  
支援ロボットに対する潜在需要****Research Assistive Robotic System/研究支援ロボットシステム**

Potential Demand for Assistive Robots/支援ロボットに対する需要

Complicated and Repeated Experimental Procedure/複雑で反復する実験手順

Avoiding Differences in Personal Skills and Qualities/個人差による実験誤差の回避

(個人的な偽装の防止も…)

Experiments with Large Sample Sizes/大量のサンプルが要求される実験

Experiments with Highly Toxic Substances/危険物質を扱う実験

High Labor Costs/高い労働コスト

Example: Yamato Scientific Co., Ltd./ヤマト科学株式会社

Cf. Yamato Scientific, "Bio-research Support Robot Proposal to Allow a Flexible Work Layout and High Reproducibility,"  
Japan Analytical and Scientific Instruments Show (JASIS) New Technology Seminar, September 2013.**A Rosy Future for Robotics/ロボットに明るい未来**

“[S]ome manufacturing plants are moving back to the United States—“reshoring” it is called—and those are the plants that use lots of robots and artificial intelligence.” / 米国への製造業回帰—“リショアリング”—工場ではロボットと人工知能が活躍する (Cowen, Tyler, *Average Is Over*, 2013)

Video Presentation of the Assistive Robots/支援ロボットのビデオ紹介

Jun KURIHARA,  
Canon Institute for Global Studies (CIGS)**Concluding Remarks/結語: 実行あるのみ(Serendipityの重要性)****I. イノベーションが大切だが…**

イノベーションは成長戦略に不可欠で、日本は特許出願・研究開発費は今でもトップクラス  
今こそ、再び“Made in Japan”を世界に向けて発信を!

知財が富を生まないオタク症候群”; 「イカロス・パラドックス」から“Made in Japan”を救う  
小細工師や暴走的・逸脱的技術屋を、再び世界的な「名匠」「先駆者」にするには?

**II. レベル毎の制度・組織の「点検」: マクロ-メソ-マイクロ**

マクロ: 国家的イノベーション体制: 「米国型」・「北欧型」政策から学び、「日本型」を模索  
メソ: 部門別知識ストックと知識の外延化: 異種・国際ネットワークとの連結性を強める

マイクロ: 柔構造の組織構造(adhocracy)とGlobal ICT literacyの高いヒト

国際ネットワークの強化、グローバルの視点から日本の技術を選別・結合

対象とする市場・研究開発段階・技術の連続性により、組織構造を柔軟に変える「企業文化」

**III. 机上の空論でなく、実例を!: Get on it! 少子高齢化時代に日本の特性を生かす**

医療機器・介護ロボット: 経済的・身体的負担軽減のために…

国際的な視点・技術と日本人の感性を融合させる

小細工師、暴走的・逸脱的技術屋から脱却し、世界的な「名匠」「先駆者」が集積する日本へ  
異質な国内・国際ネットワークの模索と構築: 潜在需要の顕在化、コスト管理、標準化のために  
戦略的分野はTransfer, Mobility, and Elderly hygiene assistive robots及びSurveillance systems