

第18回RIETIハイライトセミナー

第4次産業革命の動きと課題

— 流れに乗り遅れないために

プレゼンテーション資料

2017年3月22日

「第4次産業革命」とソフトウェア関連発明

長岡貞男

RIETIファカルティーフェロー/東京経済大学教授

「RIETIハイライトセミナー」 2017年 3月22日(水)

「第4次産業革命」 とソフトウェア関連発明

長岡貞男

経済産業研究所ファカルティフェロー
/東京経済大学教授

本日の報告

- IOT、AIなど「第4次産業革命」は、ソフトウェアが関与してて実現される → ソフトウェア関連発明(=ソフトウェアの要素を含む発明)を計測することで、「第4次産業革命」の広がりを理解できる。

-実際、ソフトウェア関連特許は近年、全特許の4割以上になりつつあると見こまれる。ソフトウェア発明が、グローバルにそして産業横断的に如何に拡大しているか。

- また、ソフトウェア関連発明の特徴(知識源、発明の過程と進歩性)、発明者の人材のグローバル化の把握。
- それを踏まえて、今後の課題を議論。
- 文部科学省科学技術政策研究所 塚田尚稔主任研究官との共同研究。

はじめに

- 何が新しいのか

- (1)AIでの新しいブレークスルー (深層学習)

- (2)情報通信技術(ICT)の累積的な発展

- 計測制御器(例 GPSセンサー)の小型化と低価格化 IOTへ

- コンピューティング・パワーと通信能力の拡大(半導体技術の進歩)

- デジタル・データの集積とクラウドによる共有

- これらは補完財 かけ算で大きくイノベーションを促進

ソフトウェア関連発明の把握

- ソフトウェア発明も特許出願されているが、ソフトウェアに焦点を当てた分類があるわけではない

- 本稿でのアプローチ

AI 特許分類(IPC=G06N) 「特定の計算モデルに基づくコンピューター・システム」

また、Graham and Vishnubhakat (2013)が米国特許庁の審査官の協力を得て作成した分類によって、AIを含むソフトウェア関連発明を3つの類型に分けて把握(後述)。

参考)IOT 特許庁が分類コードの付与を始めたが、まだ始まったばかり。

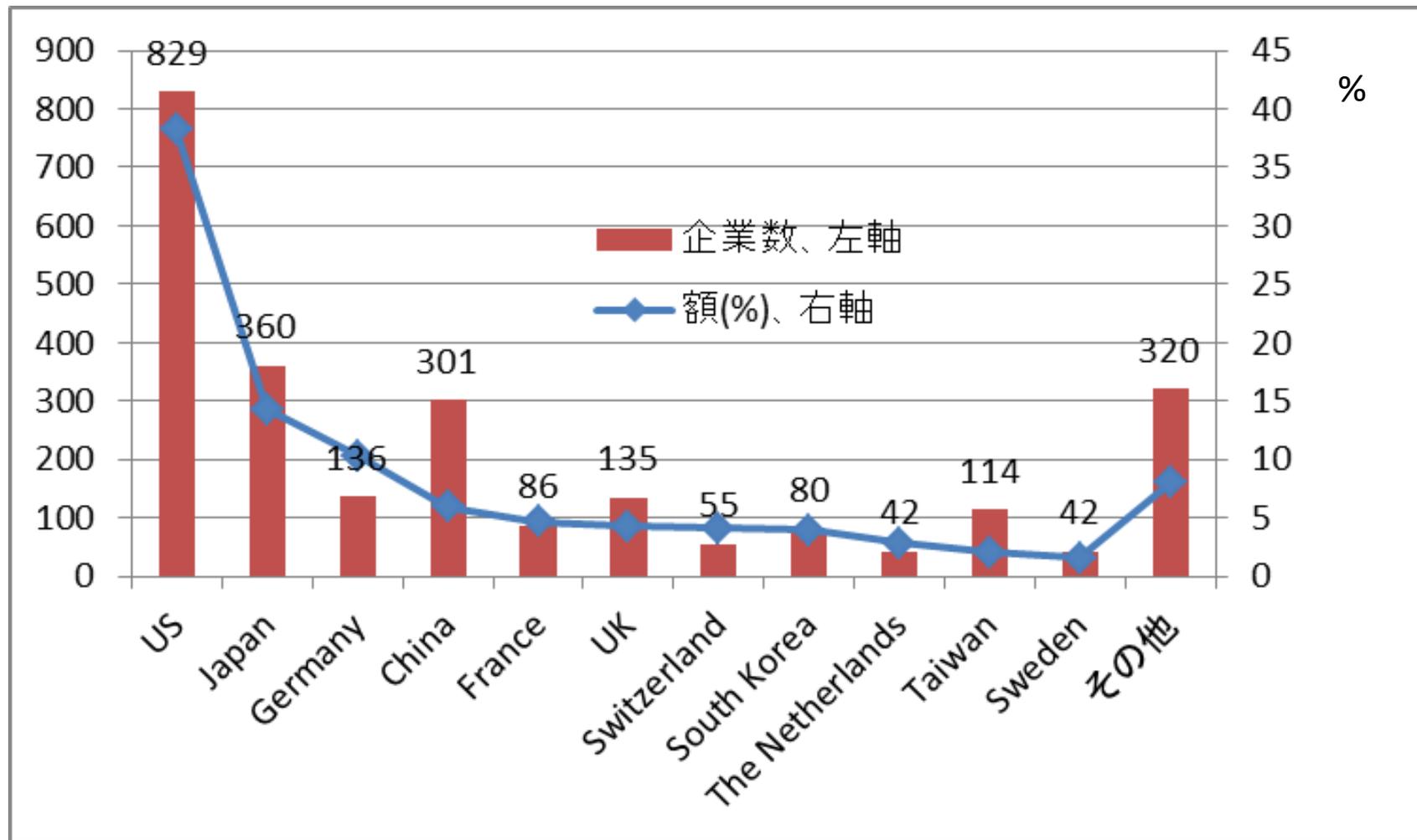
分析に利用するデータ

- 米国特許 (PATSTAT)
- EU R&D Scoreboard 2015 : World - 2500 companies →特許データとのマッチング+ 設立年などの独自調査
- WIPOのPCTのデータ
- 発明者サーベイ

1. 世界の研究開発支出上位2500社 からみた日本産業の研究開発パ フォーマンス

- 何故研究開発費？
 - 企業の研究開発投資が当該企業による将来のイノベーションの重要な指標
 - 研究開発投資 \leq 当該企業がイノベーションから得る将来利益の合計
 - また、当該年の売上高で基準化すると
研究開発投資/売上高 \leq 将来の平均の売上高利益率 \times 売上げの伸び
- イノベーションの効果が高い \rightarrow 研究開発集約度が高い

図 世界のR&D支出上位2500企業の分布



出典) EU R&D Scoreboard 2015 : World - 2500 companies ranked by R&Dより作成

SNagaoka

表 R&D上位企業数の各国シェアの変化

		2014年のトップ2500社		2009年のトップ1395社	
		企業数	シェア	企業数	シェア
1	US	829	33.2%	504	36.1%
2	Japan	360	14.4%	259	18.6%
3	China	301	12.0%	21	1.5%
4	Germany	136	5.4%	103	7.4%
5	UK	135	5.4%	77	5.5%
6	Taiwan	114	4.6%	45	3.2%
7	France	86	3.4%	59	4.2%
8	South Korea	80	3.2%	26	1.9%
9	Switzerland	55	2.2%	38	2.7%
10	The Netherlands	42	1.7%	19	1.4%
11	Sweden	42	1.7%	24	1.7%
12	Italy	32	1.3%	19	1.4%
13	Canada	27	1.1%	15	1.1%
14	Israel	27	1.1%	9	0.6%
15	India	26	1.0%	17	1.2%

出典) 欧州委員会のR&Dスコアボード・データから作成

<http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>

表 研究開発支出の多い11産業

	業種	企業数	研究開発 支出シェア	世界平均(対売上 高研究開発比率)
1	医薬・バイオ	316	18%	14.6%
2	テクノロジー機器	316	16%	8.2%
3	自動車及び部品	155	16%	4.4%
4	ソフトウェア・コンピューターサービス	275	10%	10.1%
5	電子電気機器	229	8%	4.5%
6	産業機器	199	4%	2.9%
7	化学	133	3%	2.6%
8	航空宇宙国防	56	3%	4.5%
9	一般産業	96	3%	2.5%
10	医療機器	100	2%	3.8%
11	娯楽製品	39	2%	5.8%
	合計	1914	86%	

出典) 欧州委員会のR&Dスコアボード・データから作成、
<http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard.html>

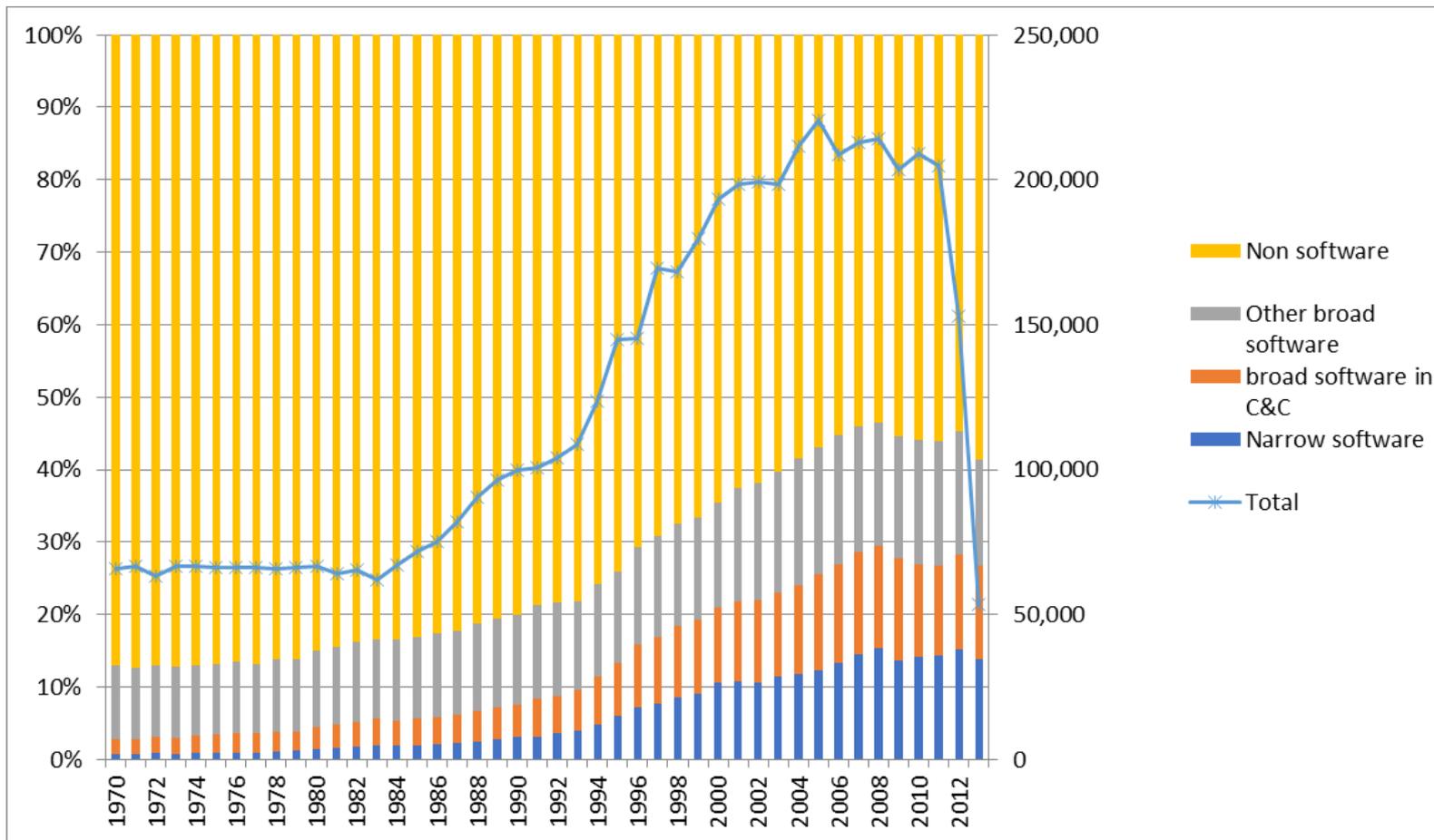
表 世界のR&D支出上位産業の国別研究開発シェア

		ランク				
		1	2	3	4	5
1	医薬・バイオ	US 45%	Switzerland 15%	UK 9%	Japan 8%	Germany 8%
2	テクノロジー機器	US 57%	China 10%	Taiwan 7%	Japan 6%	Sweden 4%
3	自動車及び部品	Germany 35%	Japan 26%	US 16%	France 6%	The Netherlands 4%
4	ソフトウェア・コンピューターサービス	US 77%	China 6%	Germany 4%	Japan 4%	UK 2%
5	電子電気機器	South Korea 28%	Japan 24%	US 13%	Germany 11%	Taiwan 8%
6	産業機器	US 27%	Sweden 14%	Japan 14%	China 11%	Switzerland 10%
7	化学	US 32%	Japan 28%	Germany 14%	Switzerland 9%	The Netherlands 4%
8	航空宇宙国防	US 38%	The Netherlands 18%	France 13%	UK 8%	Canada 8%
9	一般産業	US 40%	Japan 30%	The Netherlands 10%	Germany 6%	China 6%
10	医療機器	US 59%	Germany 11%	Ireland 10%	Japan 8%	Sweden 2%
11	娯楽製品	Japan 61%	South Korea 21%	US 10%	Switzerland 2%	China 2%
	最頻国	US,6	Japan,3	US,2	Japan,2	

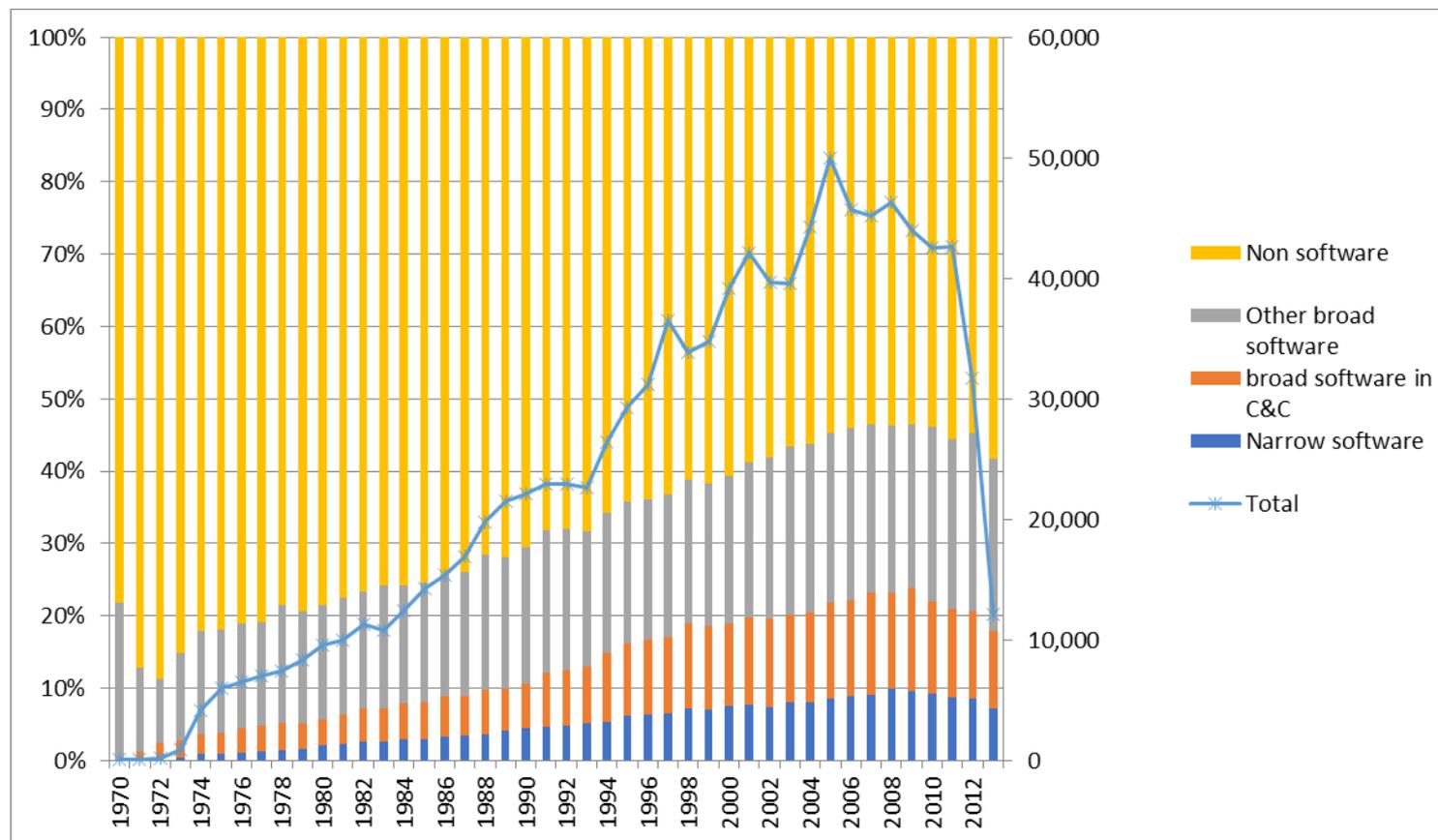
2. 研究開発におけるソフトウェア関連 発明のシェアの高まり

- 最近の米国への特許出願の4割強が、ソフトウェアに関連した発明。
- 発明を4つに分類(3つのソフトウェア関連+ハードウェア)
 - (1)Narrowly defined software: 情報処理技術、AI、情報セキュリティ技術他
 - (2)Broadly defined software in C&C: Computer & communicationの分野で上記以外のソフトウェア関連発明が重要な分野 (例 コンピューターのハードウェア、周辺機器、通信技術等の分野のソフトウェア要素がある発明)
 - (3)Other broadly defined software in non C&C: C&C以外の技術分野の発明でソフトウェア発明が重要な分野の発明
 - (4)Hardware patent (Non software): ソフトウェアではない

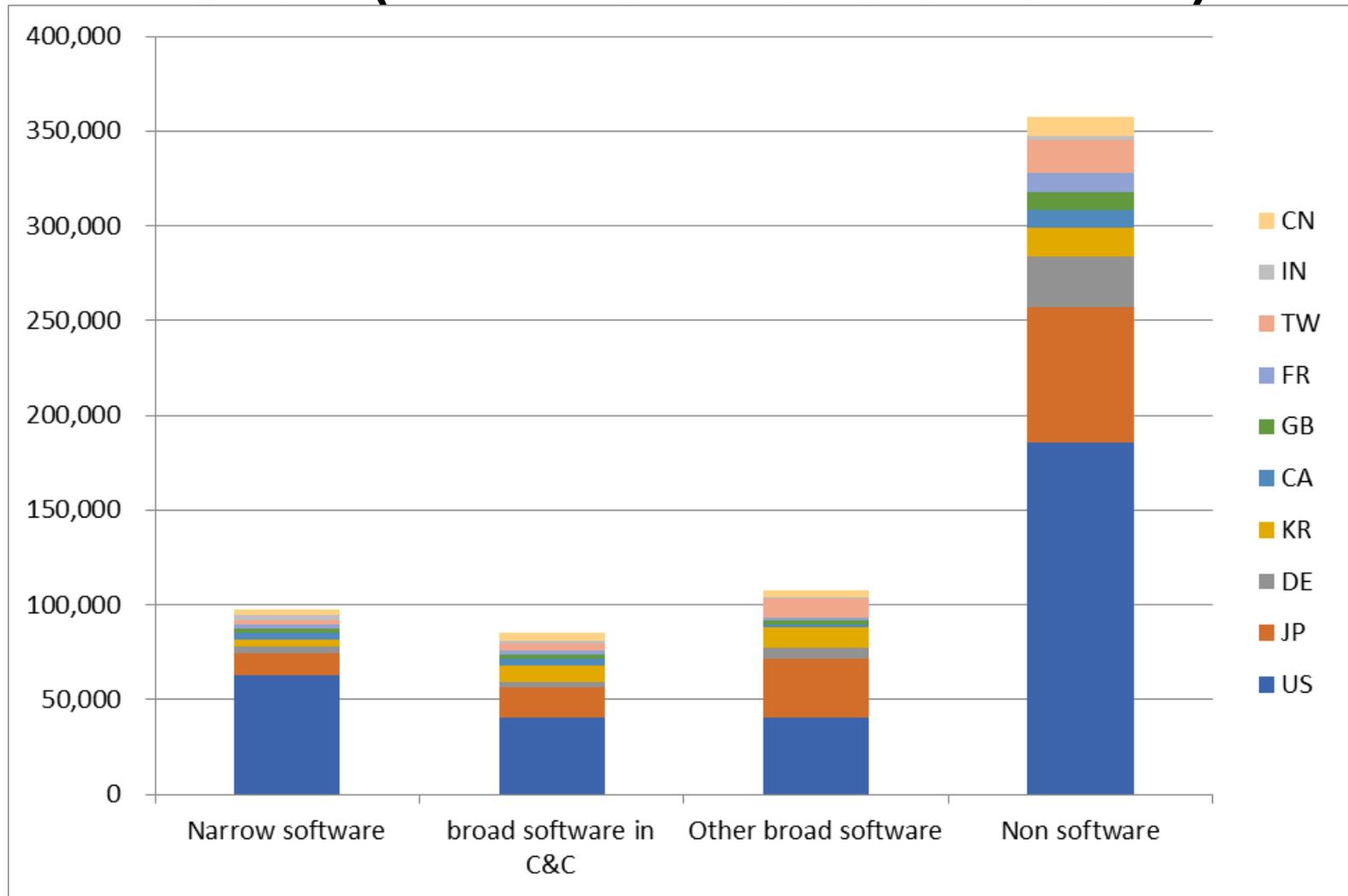
研究開発におけるソフトウェア関連発明の重要性の大幅な高まり(米国特許登録、全世界の出願人)



研究開発におけるソフトウェアの重要性の大幅な高まり(米国特許登録、日本出願人)



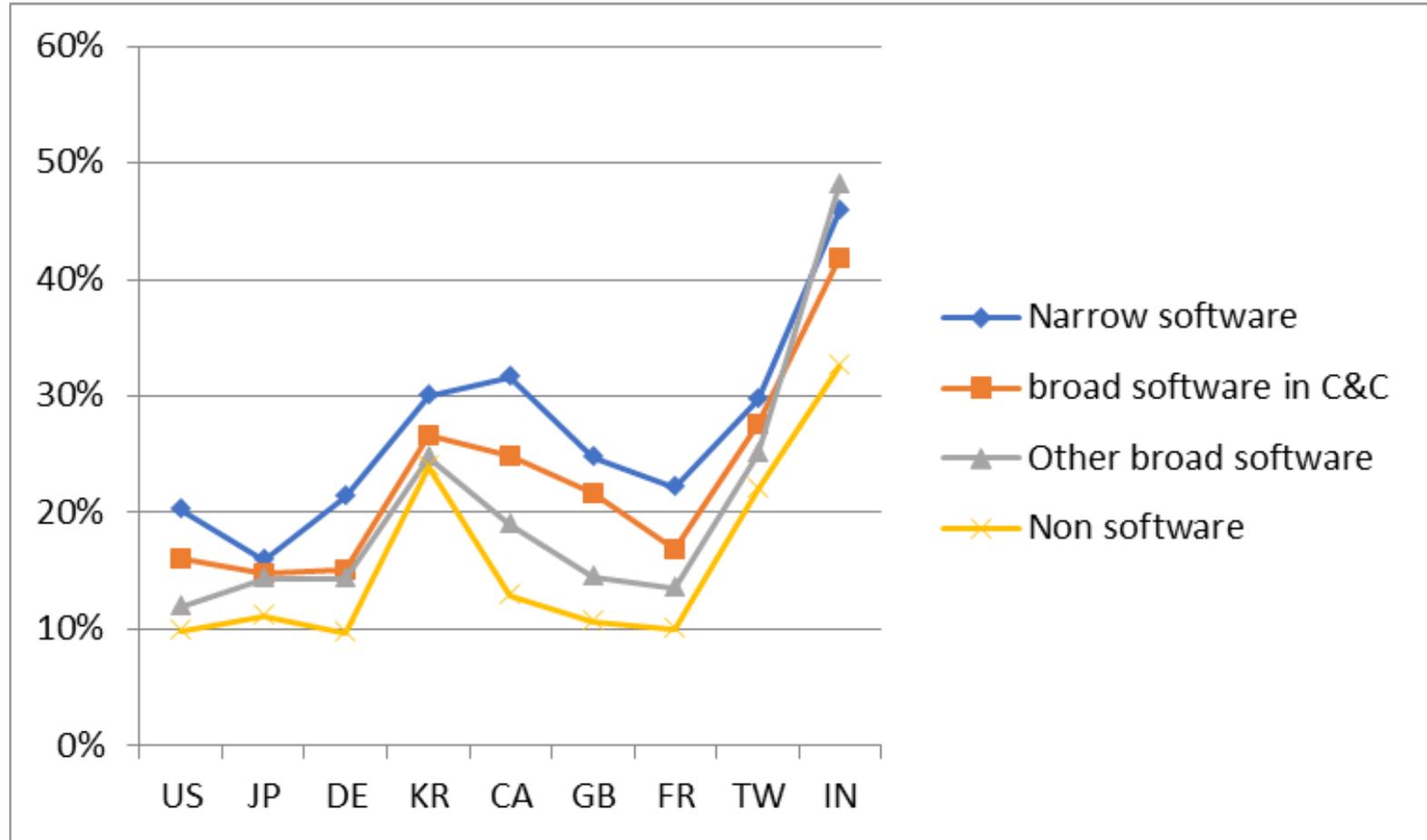
4つの発明分野での各国企業の登録特許(2010年代、米国特許)



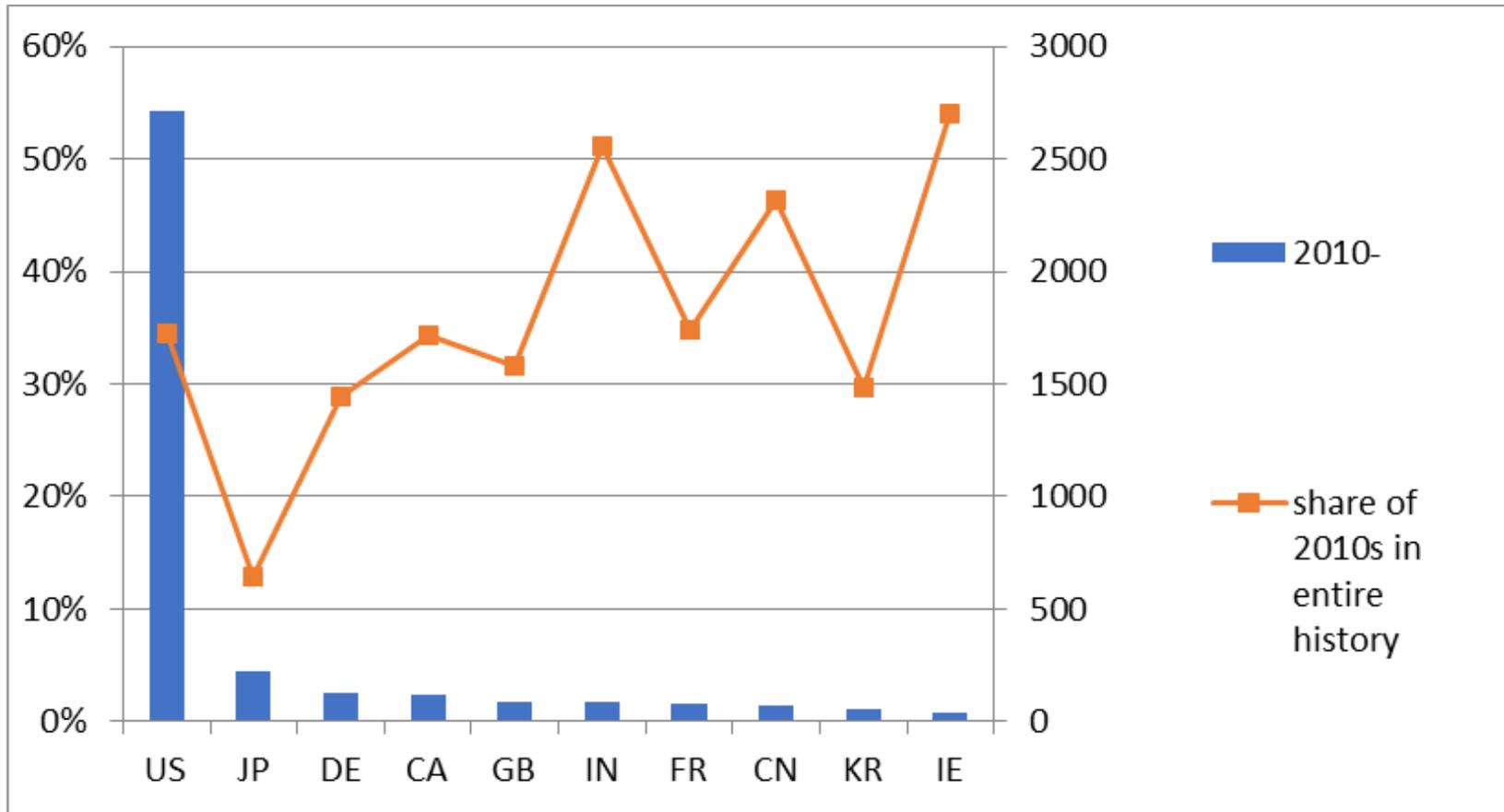
“narrow software”での上位10か国

SNagaoka

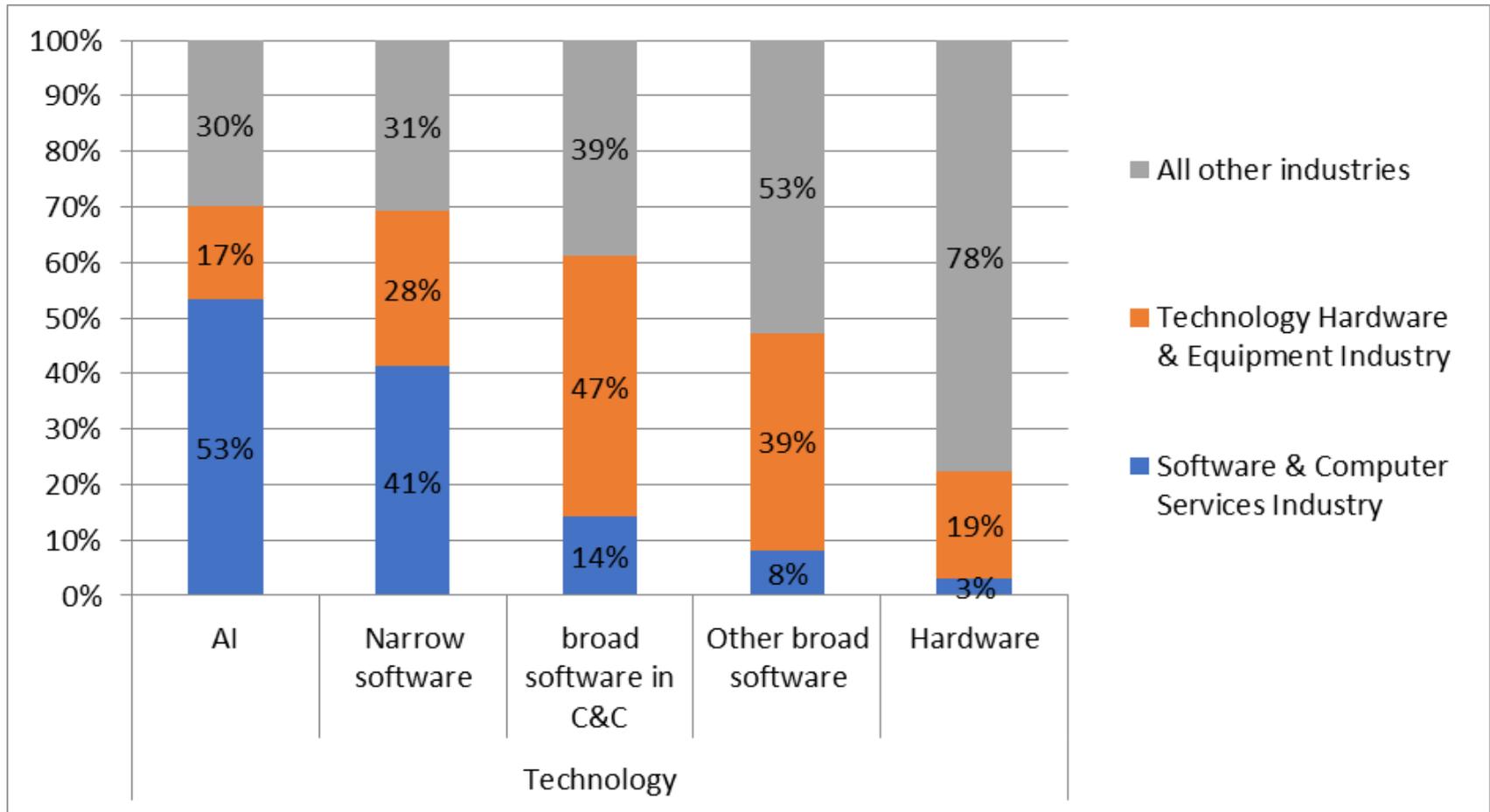
伸び率：2010年代/1960年から全期間 (%)



AIの分野でのトップ10か国 (水準と伸び率)



ソフトウェア関連発明におけるソフトウェア・コンピューターサービス産業



ソフトウェア・コンピューターサービス 産業のトップ企業

ラ ン ク	企業名	企業名	国名	研究開発 _2014(百万ユー ロ)	研究開発集約度 (%)	企業年齢 (2015年時 点)
1	MICROSOFT	マイクロソフト	US	9922	12.9	40
2	GOOGLE	グーグル	US	8098	14.9	17
3	ORACLE	オラクル	US	4550	14.5	38
4	IBM	アイ・ビー・エム	US	4336	5.7	104
5	SAP	エスエイピー	Germany	2307	13.1	43
6	FACEBOOK	フェイスブック	US	2196	21.4	11
7	FUJITSU	富士通	Japan	1384	4.3	80
8	YAHOO!	ヤフー	US	1064	28.0	20
9	BAIDU	百度	China	940	14.2	15
10	TENCENT	騰訊控股有限公司	China	934	8.8	17
11	SYMANTEC	シマンテック	US	918	17.1	33
12	NEC	日本電気	Japan	916	4.6	116

注) 企業の設立年と日本語名は独自に調査

ソフトウェア及びコンピューター・サービス産業の研究開発の構造I(2000年代)

	Total	Software raio	In software			
			AI	Narrow software	broad software in C&C	Other broad software
US	111,737	91%	2.0%	70%	16%	14%
Japan	29,708	82%	0.6%	27%	48%	25%
Germany	3,962	99%	2.9%	95%	4%	1%

注)“Total”は米国特許登録数

自動車産業の研究開発の構造I (2000年以降)

	Total	Software raio	In software			
			AI	Narrow software	broad software in C&C	Other broad software
Japan	54,384	28%	0.5%	35%	12%	52%
US	17,391	25%	0.5%	40%	17%	42%
Germany	17,530	33%	0.2%	41%	14%	45%

注)部品産業を含む
各社による買収企業等は含んでいない場合もある

流通分野のR&Dトップ企業

ラ ン ク	企業名	企業名	国名	研究開発 _2014(百万ユー ロ)	研究開発集約度 (%)	企業年齢 (2015年時 点)	設立年
1	EBAY	イーベイ	US	1,973	13.4	20	1995
2	AMAZON.COM	アマゾン	US	528	0.7	21	1994
3	NETFLIX	ネットフリックス	US	389	8.6	18	1997
4	TESCO	テスコ	UK	265	0.3	96	1919
5	JOHN LEWIS	ジョン・ルイス	UK	186	1.5	151	1864
6	MARKS & SPENCER	マークス&スペンサー	UK	127	1.0	131	1884
7	METRO	メトロ	Germany	114	0.2	51	1964
8	RICHEMONT	リシュモン	Switzerland	96	0.9	27	1988
				(億円)			
参考		楽天	Japan	83	1.2	18	1997

注) 企業の設立年と日本語名は独自に調査

まとめると

- ソフトウェア関連発明の全発明に占めるシェアは、1970年代初頭の10%強から40%を超える水準に拡大。自動車産業などでも高い比率。
- 狭義のソフトウェア(AIを含む)では米国が圧倒的に高い競争力。新興国を含めて高い伸び。日本は伸びが低い。
- 産業からみると、
 - これに対応して、汎用のソフト・コンピューターサービスの分野は、米国産業のシェア高い
 - 自動車産業など製造業の分野では、ソフトウェア関連発明における日本産業のシェアは高い。ハードウェアとソフトウェアの融合
 - ネットベースの流通、金融などでも狭義のソフトウェアが重要で、米国の新興企業が高いシェア。

3. ソフトウェア発明の創造過程 と進歩性

- 発明者サーベイを利用して
 - 創造過程
 - 知識源
 - 発明の実施

における、ソフトウェア関連発明の特徴

ソフトウェア発明の拡大を を駆動しているのは何か

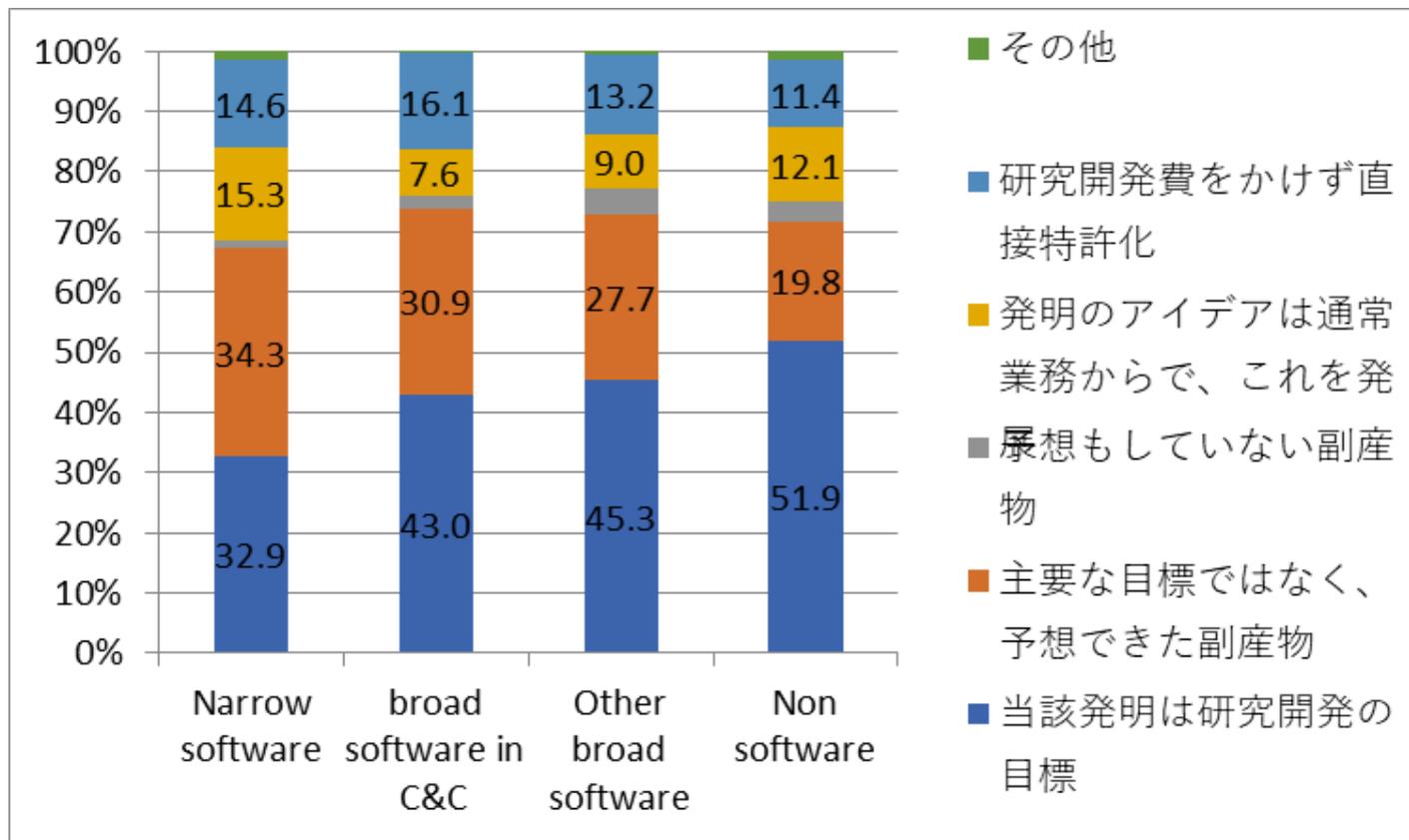
- ソフトウェアに体化可能な発明機会の増大
(データの集積、通信コストの低下、市場の拡大)

VS.

ソフトウェアに内在的なブレークスルー
(例 深層学習)

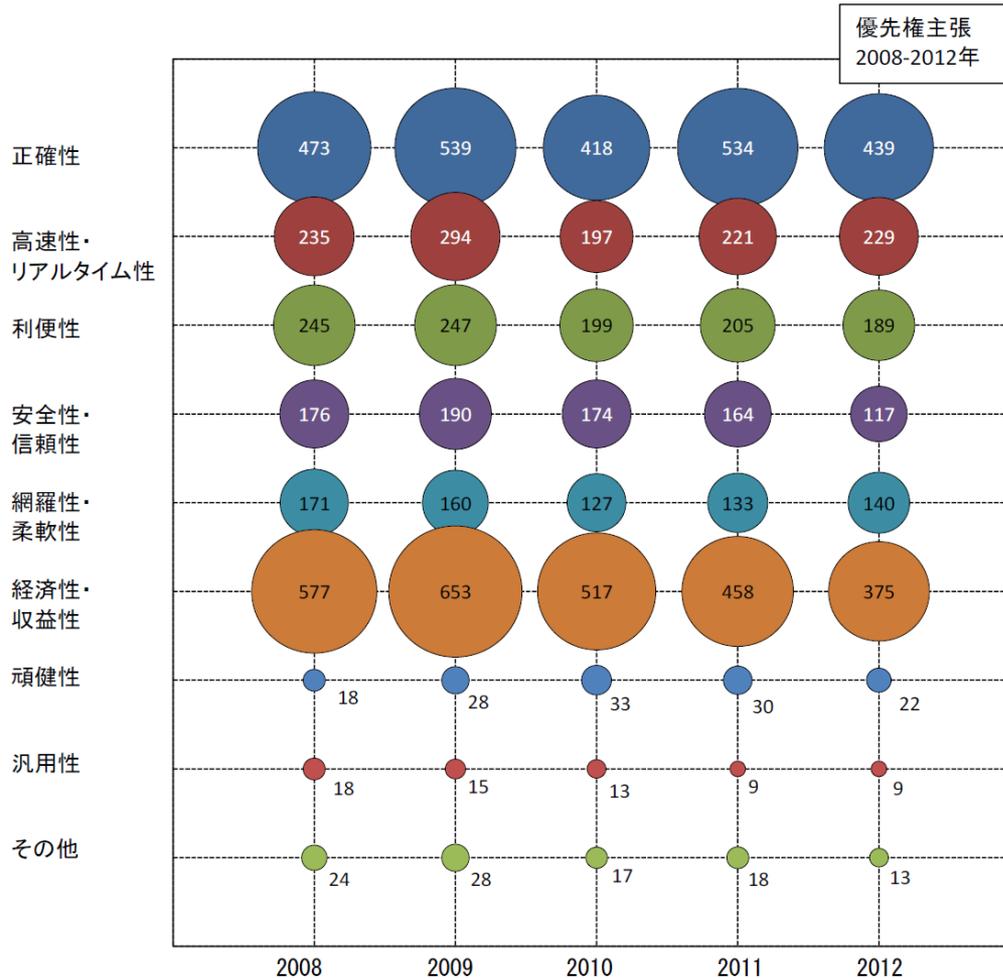
- 発明の創造過程が手がかかり

発明創造のプロセス

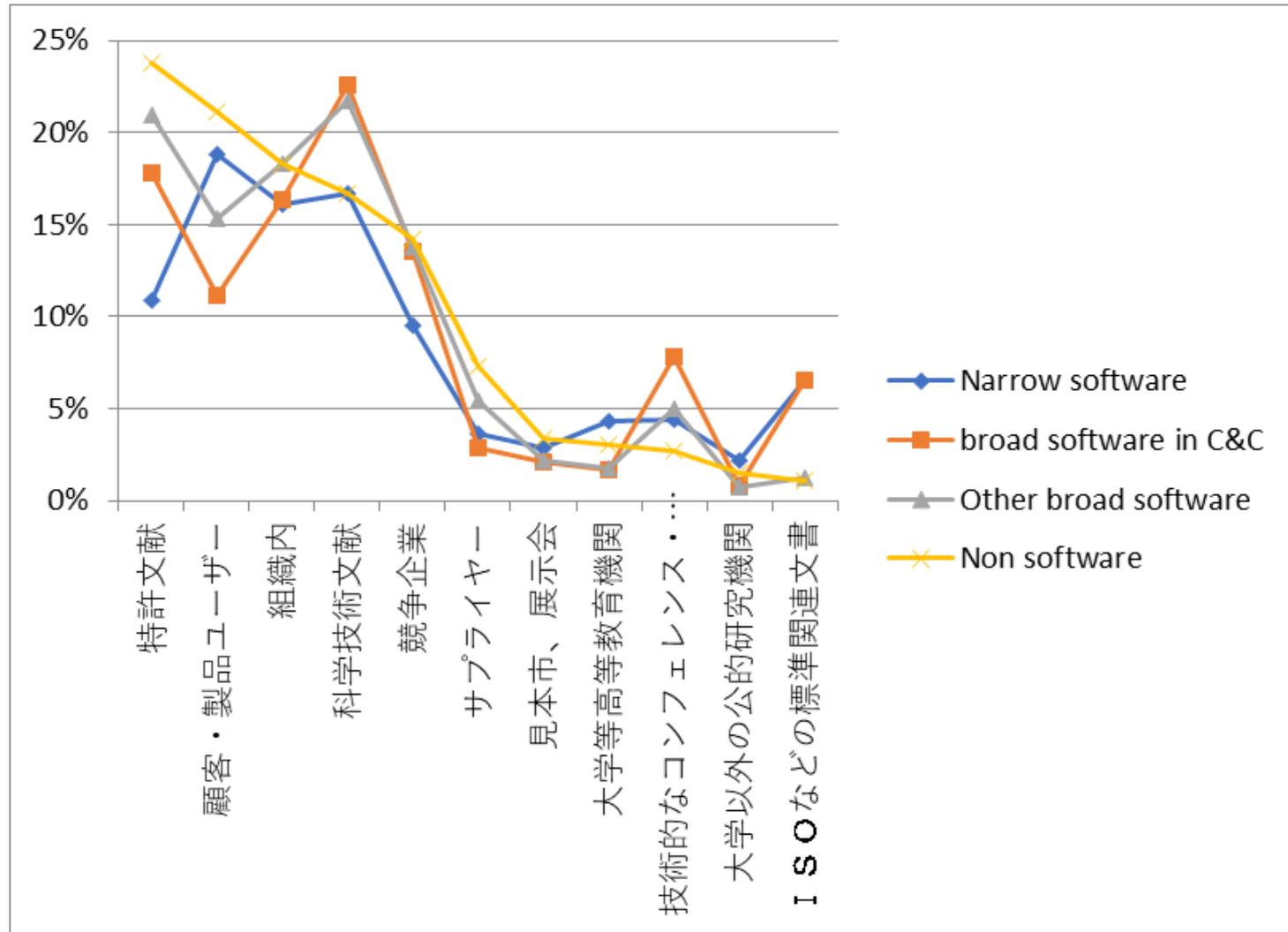


AIの発明の技術課題

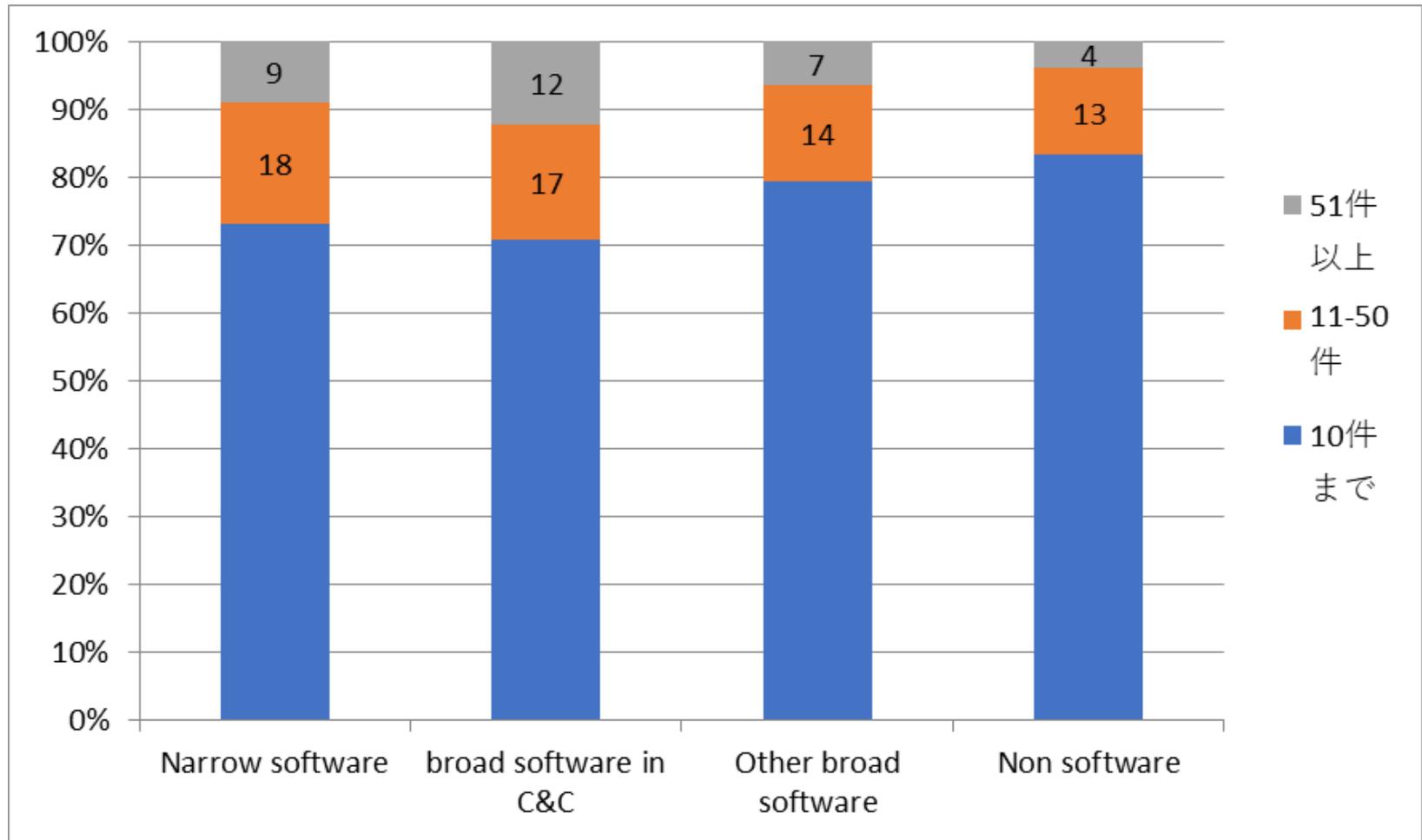
図 4- 13 [出願先:日米欧中韓]課題別の出願件数推移



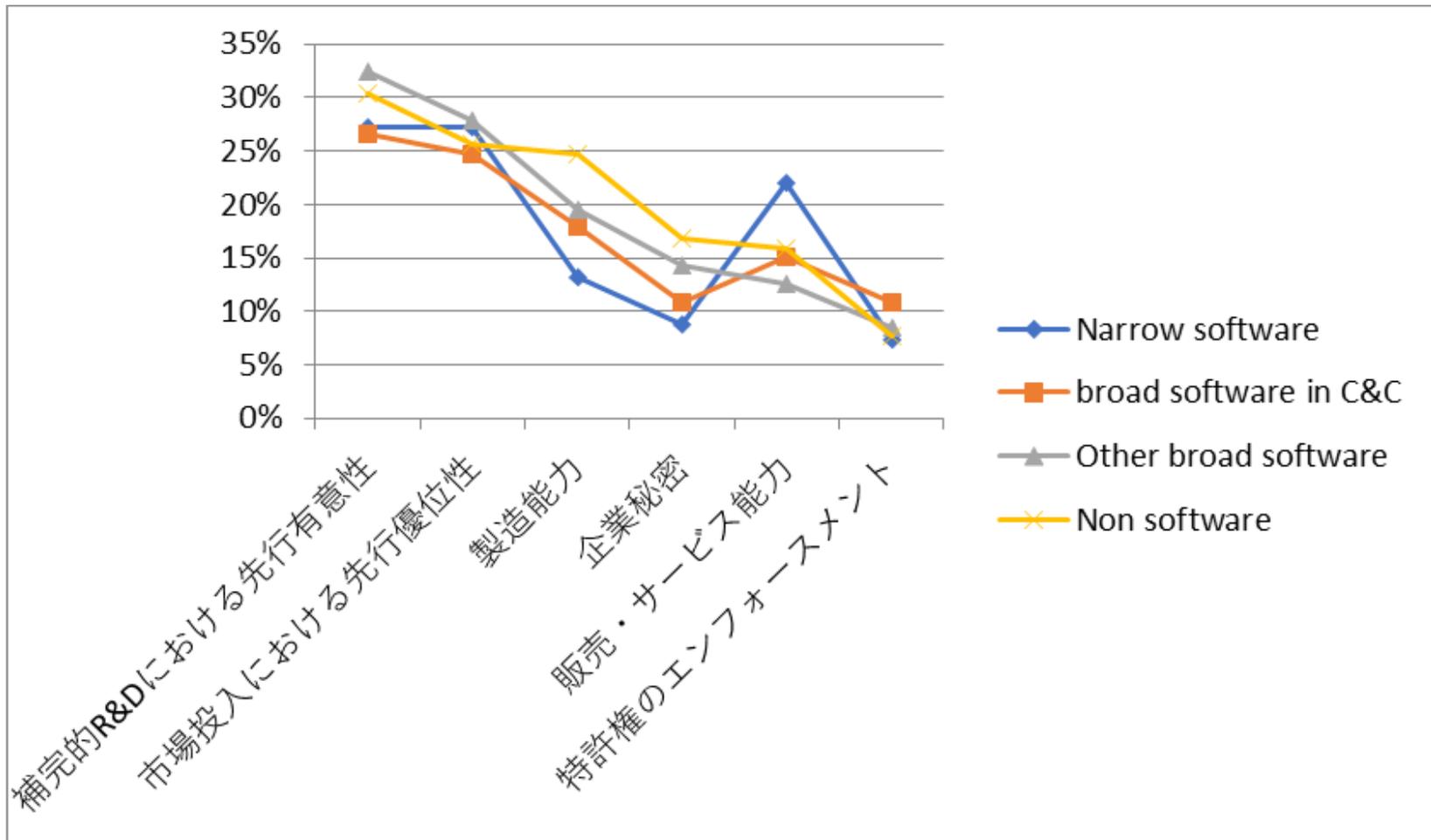
発明への非常に重要な知識源



イノベーションにおける組み合わせの 必要性：一緒に実施必要な特許数



研究開発の専有可能性に重要な手段



まとめると

- 創造過程 ソフトウェア関連発明は、ソフトウェアの内在的なブレークスルーというより、他の課題解決の一環として発生していることが多い
- 知識源 相対的に特許文献、ユーザーの重要性は低く、他方でコンフェレンス、標準が高い
- 発明の実施と収益化 組み合わせの必要性が高く、収益化において企業秘密や製造能力の重要性が低く、販売・サービス能力が高い(市場規模の確保)

4. 発明の人材

- 人材の国際的な活用 外国籍の発明者の内
外での活用

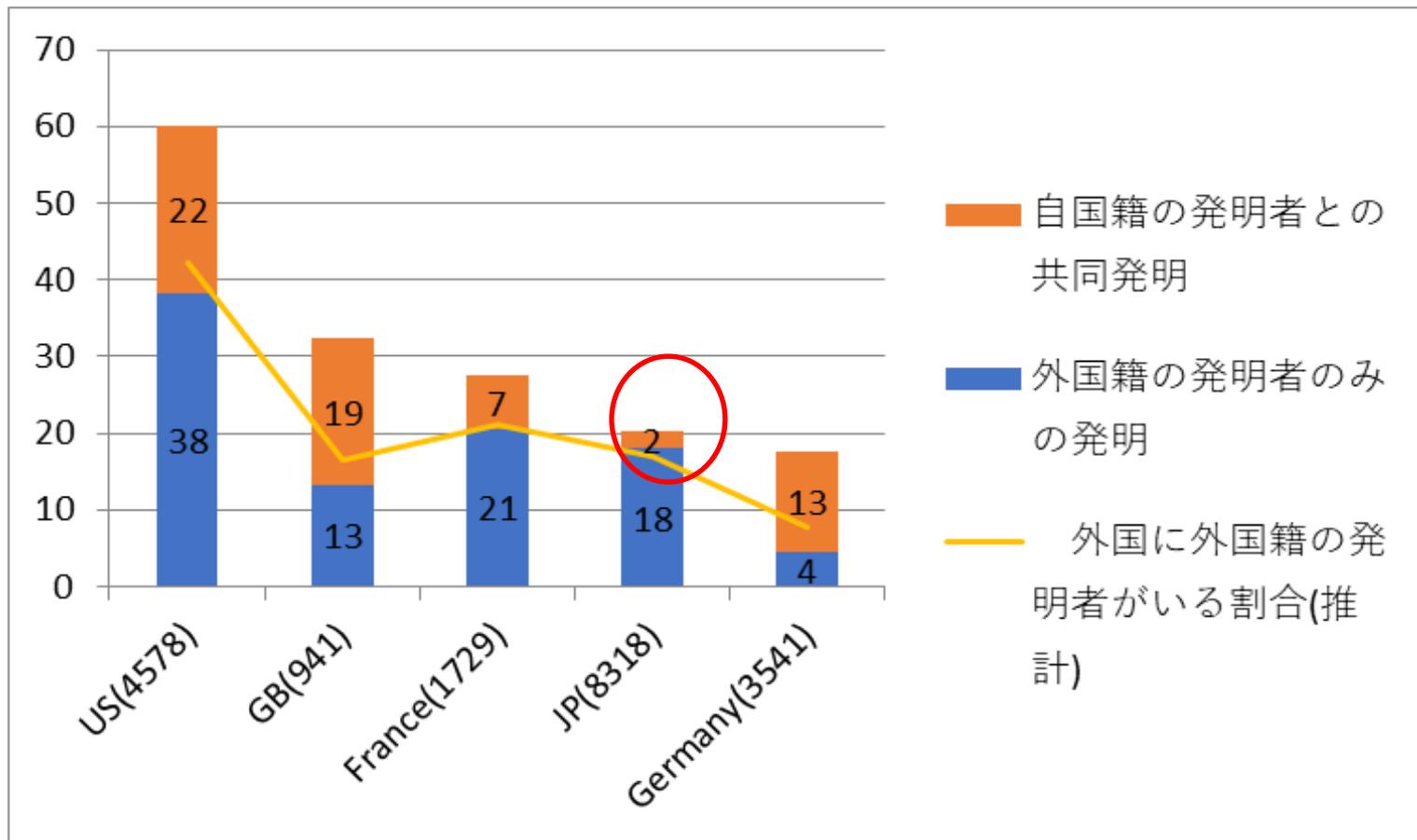
米国企業のPCT出願米国登録特許(N)における割合(2000年以降の発明、%)

	Narrow software	Broad software in C&C	Other broad software	Non software	Total	内、AI
外国籍の発明者のみの発明	38	48	29	24	28	27
自国籍の発明者との共同発明	22	21	28	29	28	27
合計:外国籍の発明者がいる発明の割合	60	69	57	53	55	54
かつ外国に外国籍の発明者がいる割合(推計)	42	50	31	29	32	30
N	4,578	4,438	5,528	45,344	59,888	183

日本企業のPCT出願対象の米国特許(N)における割合 (2000年以降の発明、%)

	Narrow software	Broad software in C&C	Other broad software	Non software	Total	内、AI
外国籍の発明者のみの発明	18	24	20	12	15	15
自国籍の発明者との共同発明	2	4	2	2	3	7
合計：外国籍の発明者がいる発明の割合	20	28	22	14	18	22
かつ外国に外国籍の発明者がいる割合(推計)	17	24	20	12	15	16
N	8,318	13,595	21,477	69,531	112,921	190

Narrow softwareでの日米欧比較



注)括弧内は特許数

まとめると、

- 米国企業は特にソフトウェア関連発明では、グローバルに人材を活用
 - 米国企業の6割の発明に、外国籍(Foreign born)の発明者が関与。直接投資(2/3)と国内への移民(1/3)の両方が重要。
- 日本企業 特に、国際的な共同発明(国内、海外合計)の割合が非常に少ない

5. 今後の課題への示唆

- 「第4次産業革命」は、従来から進んでいるICTによる技術革新の加速化と幅の広がり
 - AI+データ+センサー+C&Cの組み合わせ によるイノベーション
- 課題
 - 多様なイノベーション機会を幅広い産業で追求
 - グローバルな市場 及、グローバルな問題解決を取り込んだソフトウェアやサービスの開発
 - 人材育成とグローバルな人材の活用
 - 標準(互換性、国際標準による規模の経済)
 - 高い質のデータの蓄積とアクセス
 - 知財 適切な保護(進歩性)と開示
 - 次のブレークスルーのための基礎研究

参考文献

- 特許庁、2015、「特許出願技術動向調査報告書：人工知能技術」
- Stuart Graham and Saurabh Vishnubhakat, 2013, “Of Smart Phone Wars and Software Patents,” Journal of Economic Perspectives—Volume 27, Number 1—Winter 2013—Pages 67–86