

日本企業にとって 基礎研究とは何であったか？

一橋大学イノベーション研究センター

藤原 洋 ベンチャーファイナンス寄付研究部門

藤村 修三

目次

- ✧ 1. 我が国半導体産業の変遷
- ✧ 2. 半導体デバイス・メーカーの現状認識
- ✧ 3. 企業における研究・開発とは？
- ✧ 5. 今なすべきこと

これまでに起こったこと (256K)

ビジネス面での出来事

技術面での出来事

16K

- ✎ 日本半導体メーカーの本格的
DRAM市場進出
- ✎ **超LSI組合**

- ✎ プラズマ装置の普及
- ✎ 装置の自動化

64K

- ✎ **DRAM**出荷量上位に多数の日
本メーカー

- ✎ **RIE、イオン注入、メタル・スパッ
タ等の登場**

256K

- ✎ 日本製**DRAM**が市場の**80%以
上を占有**
- ✎ **インテルDRAMから撤退**

- ✎ **ステッパー、プラズマCVDの登
場**
- ✎ 枚葉式装置の登場

これまでに起こったこと (1M)



技術の階層の変化

16k

; 実行限界 (プロセス・パラメータで決まる性能の限界) の調整能力に生産性が依存。

64k 4M

; 装置限界 (プロセス装置の性能限界) の更新・調整能力に生産性が依存。

16M

; 物理限界 (プロセス方式、材料による性能の限界) の選択・組み合わせ能力に生産性が依存。

求められる技術開発内容

1. 機能モジュール単位でのアウト・プット
2. 物理限界の更新

外国企業がオペレーション効率の面でベストプラクティスを追求・習得し、また微細化・複雑化の過程で、製造装置への依存度が高まって行く中で、80年代の日本企業の優位性が、最近では相対化してしまい、有意な差が無くなってきているとの指摘がありますが、どのようにお考えでしょうか。

良く当てはまる	→ 5
ある程度当てはまる	→ 2
どちらとも言えない	→ 0
当てはまらない	→ 0
全く当てはまらない	→ 0
わからない	→ 1

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

R&D面で新規技術の設計&試作実証のスピードは十分比較対象国に比べて速いと言えるでしょうか。

十分速い	→ 0
ある程度速い	→ 0
どちらとも言えない	→ 1
やや遅い	→ 4
全く遅い	→ 1
わからない	→ 2

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

比較対象国と比べ、オーバーヘッドが加重であり、その主因は、漫然と総花的で過剰な営業経費とプロセス開発費（註：本社中央研究所の開発体制維持費を含みます。）との指摘がありますが、この点はどのようにお考えでしょうか。

非常に当てはまる	→ 2
ある程度当てはまる	→ 3
どちらとも言えない	→ 0
当てはまらない	→ 2
全く当てはまらない	→ 0
わからない	→ 1

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

「更なる微細化・複雑化に対応するため、分子・原子レベルでの挙動解析に取り組まざるを得ず、そのために高度な量子力学的知見を使いこなせる人材の確保や大学との更なる連携などが重要となってきた」という指摘について、どのようにお考えでしょうか。

非常に重視している	→ 1
ある程度重視している	→ 4
どちらとも言えない	→ 1
あまり必要ではない	→ 0
全く必要ではない	→ 0
わからない	→ 2

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

当業界において自社内で基礎研究を実施する「総合研究所」の位置付けについてどのようにお考えでしょうか。

- 非常に重視している → 0
- ある程度重視している → 2
- どちらとも言えない → 1
- あまり必要ではない → 3
- 廃止した → 1
- わからない → 1

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

科学、技術など専門的知識ストックの面で、大学や政府系研究機関は、比較対象国と比べて、貴社の半導体事業に十分貢献しているでしょうか。

＜欧米諸国と比べた場合＞		＜韓国・台湾と比べた場合＞	
非常に貢献している	→ 0	非常に貢献している	→ 0
ある程度貢献している	→ 0	ある程度貢献している	→ 2
ほぼ同等である	→ 0	ほぼ同等である	→ 0
貢献は乏しい	→ 7	貢献は乏しい	→ 5
全く貢献していない	→ 0	全く貢献していない	→ 0
わからない	→ 0	わからない	→ 0

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

科学、技術など専門的知識ストックの面で、業界団体やコンソーシアムは、比較対象国と比べて、貴社の半導体事業に十分貢献しているでしょうか。

＜欧米諸国と比べた場合＞		＜韓国・台湾と比べた場合＞	
非常に貢献している	→ 0	非常に貢献している	→ 0
ある程度貢献している	→ 0	ある程度貢献している	→ 3
ほぼ同等である	→ 4	ほぼ同等である	→ 3
貢献は乏しい	→ 3	貢献は乏しい	→ 1
全く貢献していない	→ 0	全く貢献していない	→ 0
わからない	→ 0	わからない	→ 0

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

米国では自社内の研究開発を最小化又は持たずに買収・合併によって外部ベンチャーを活用していますが、この点についてどのようにお考えでしょうか。

非常に重視している	→ 0
ある程度重視している	→ 4
どちらとも言えない	→ 2
あまり必要ではない	→ 0
全く必要ではない	→ 0
わからない	→ 2

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

製造プロセスや自社組織アーキテクチャーを設計する上で、外部ベンチャー活用など「戦略的アウトソーシング」「モジュール化」「オープンアーキテクチャー戦略」などの必要性をどの程度意識していますか。

強く意識している	→ 3
ある程度意識している	→ 2
どちらとも言えない	→ 1
意識していない	→ 2
全く意識していない	→ 0
わからない	→ 0

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

外部の技術評価（いわゆる「技術マーケティング」）を行うための専門能力が重要だという指摘があります。かつ、こうした「組織能力」が日本企業では貧困との指摘もありますがどのようにお考えでしょうか。

外部技術評価能力は非常に重要 → 6

ある程度重要 → 2

どちらとも言えない → 0

あまり必要ではない → 0

全く必要ない → 0

わからない → 0

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

また、御社には半導体に特化して外部技術と社内技術のベンチマーク評価を恒常的に行っている専門部署が存在するでしょうか。

当社には半導体に特化した
外部技術評価専門部署がある → 0

専門部署はない → 8

経済産業省経済産業研究所「国際競争力研究会」調査2001

- ・科学や技術に対する基礎的な知見は重要と思う。
 - ・既存の中央研究所、大学、国研、コンソーシアム、の いずれもあまり期待できない。
 - ・外部技術の適正利用は重要だが評価手段を持たない。
-
- 本当に欲しいものは何なのか？ 知識？ 見本？
 - 基礎知識とは？
 - 知識と「財」の具現化の関係は？

研究・開発に対する意識 —バブル崩壊以前—

特定の産業利用を目的とするのではなく、自然現象の本質を追い求めること

（『第2部 研究開発特集—座談会、90年代の方向は』『日本経済新聞』1990年9月28日朝刊第2部、柏木寛通産省・電子技術総合研究所長（当時）の発言。）

米国では実用とは関係しないサイエンス（科学）をやるのが基礎だが、日本の企業がめざすのは技術開発を目的とした、いわゆる目的基礎だ

（『R&D国際化（1）基礎研究——乏しい独創的成果、得意分野で技術開発を』『日経産業新聞』1988年1月5日、藤田泰宏三井石油化学工業生物工学研究所所長（当時）のコメント。）

☆企業における「基礎研究」とは5年以上を要する新製品開発

（『見直される基礎研究（上）82社アンケートから——姿勢に変化目立つ』『日経産業新聞』1987年6月16日。）

研究・開発に対する意識 ―バブル崩壊後―

国立研究機関（国研）や大学が基礎研究の担い手になり、企業はそれを応用する

（「日本企業のR&D (5) 頭もたげる収益偏重――基礎・応用、歯車ズレも」 『日経産業新聞』 1995年8月11日。）

国立研究機関や大学は基本特許を取るようなR&D（研究開発）に注力してほしい

（「変貌日本企業のR&D (10) 政府への厳しい注文――基礎研究強化への投資を終」 『日経産業新聞』 1995年8月23日。）

☆R&Dとは既存事業（本業）を強化するための研究開発

（「R&D本社調査――マーケット志向強める、テーマ絞り本業を強化」 『日本経済新聞』 1995年8月7日朝刊。）

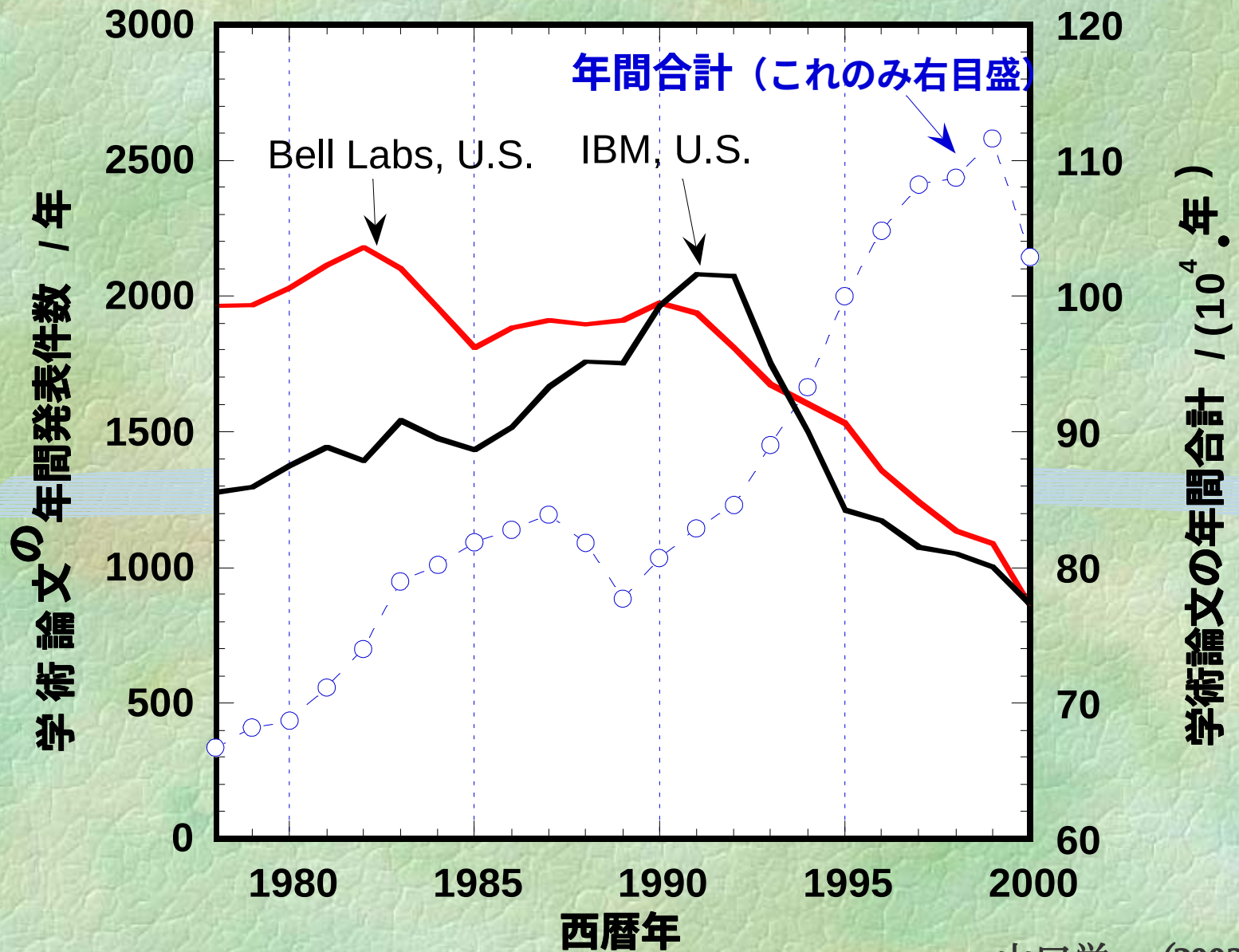
研究・開発に対する意識 ―平成不況突入後―

大学等外部との連携強化の目的

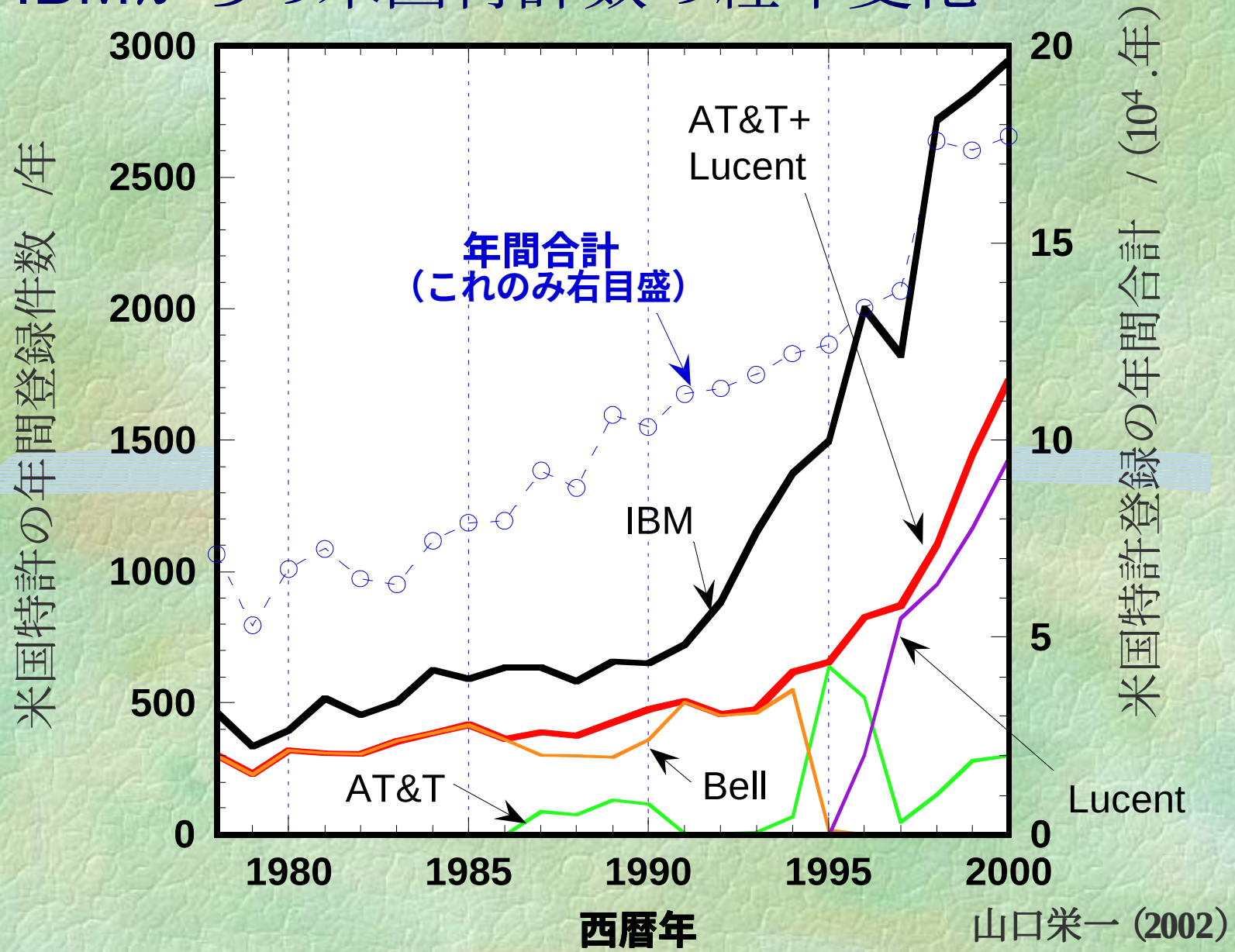
- 新製品開発のスピードアップ
- 自社にない発想の研究テーマを外部に求める
- 自社内の研究開発の人材不足を補う

(「大競争に勝つR&D 本社研究開発投資調査から」『日経産業新聞』1998年7月20日 7月31日。)

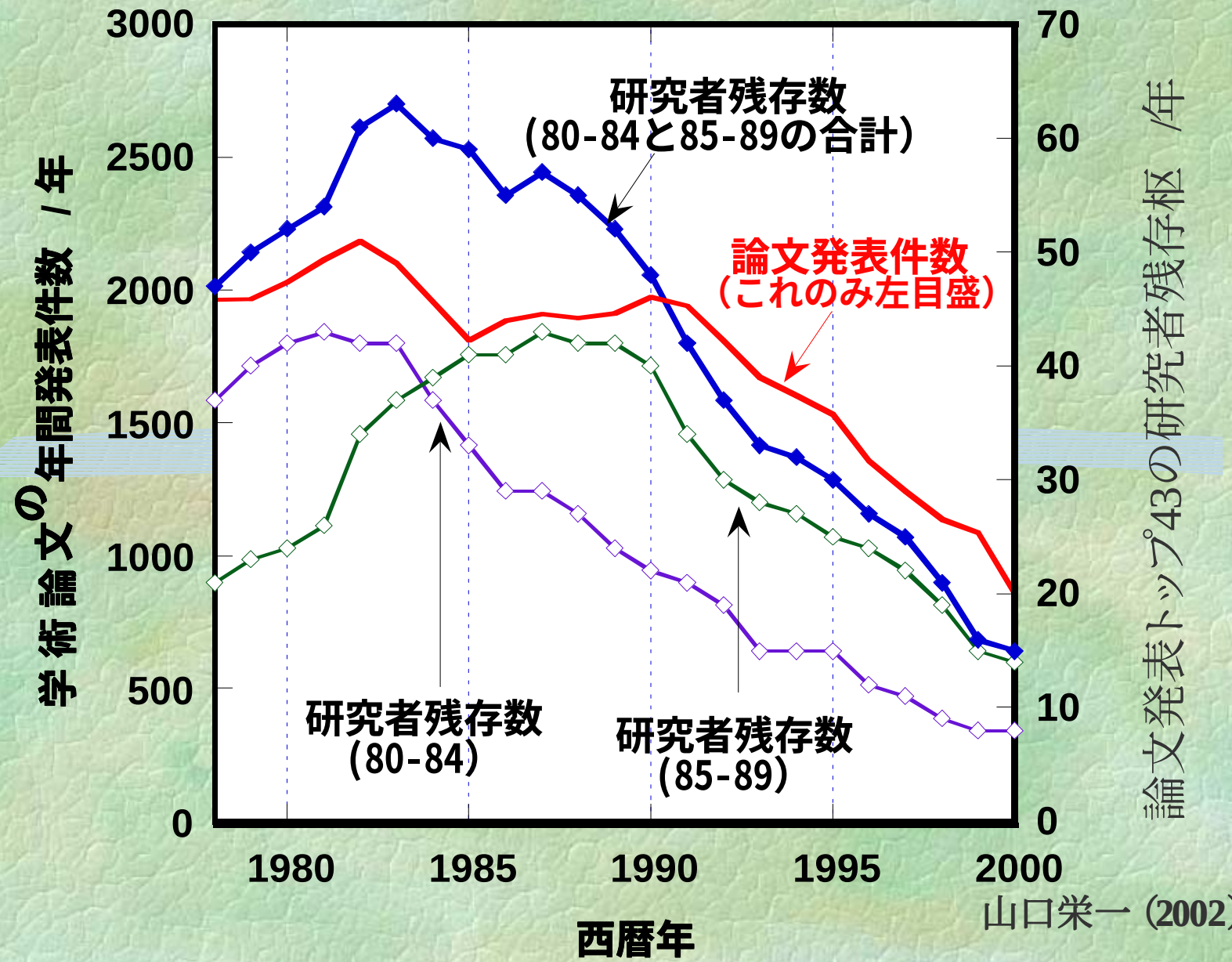
Bell, IBMからの論文数の経年変化



Bell, IBMからの米国特許数の経年変化

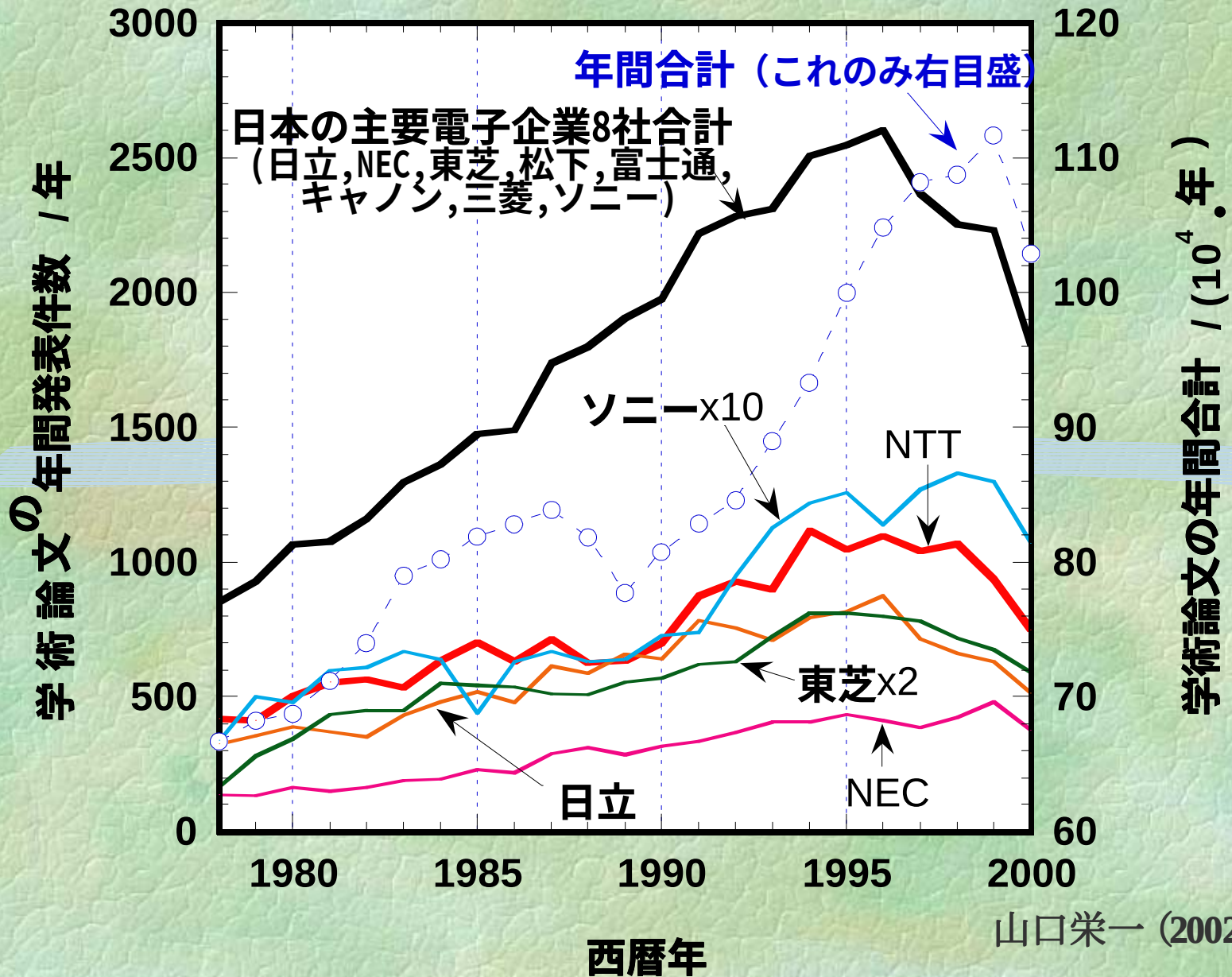


Bellに対するHRTS (Human Resource Transient Spectroscopy)

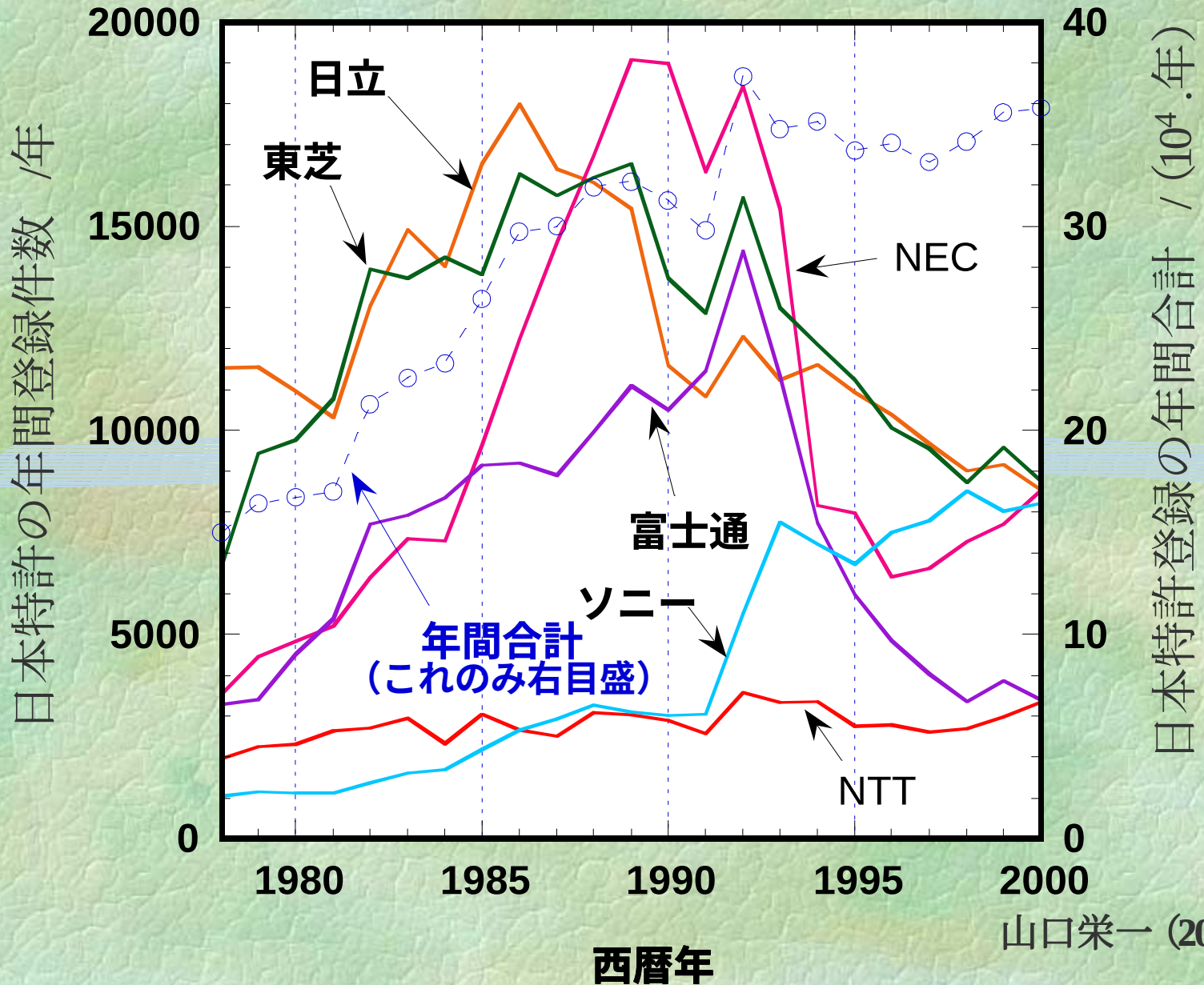


論文発表トップ43の研究者残存率

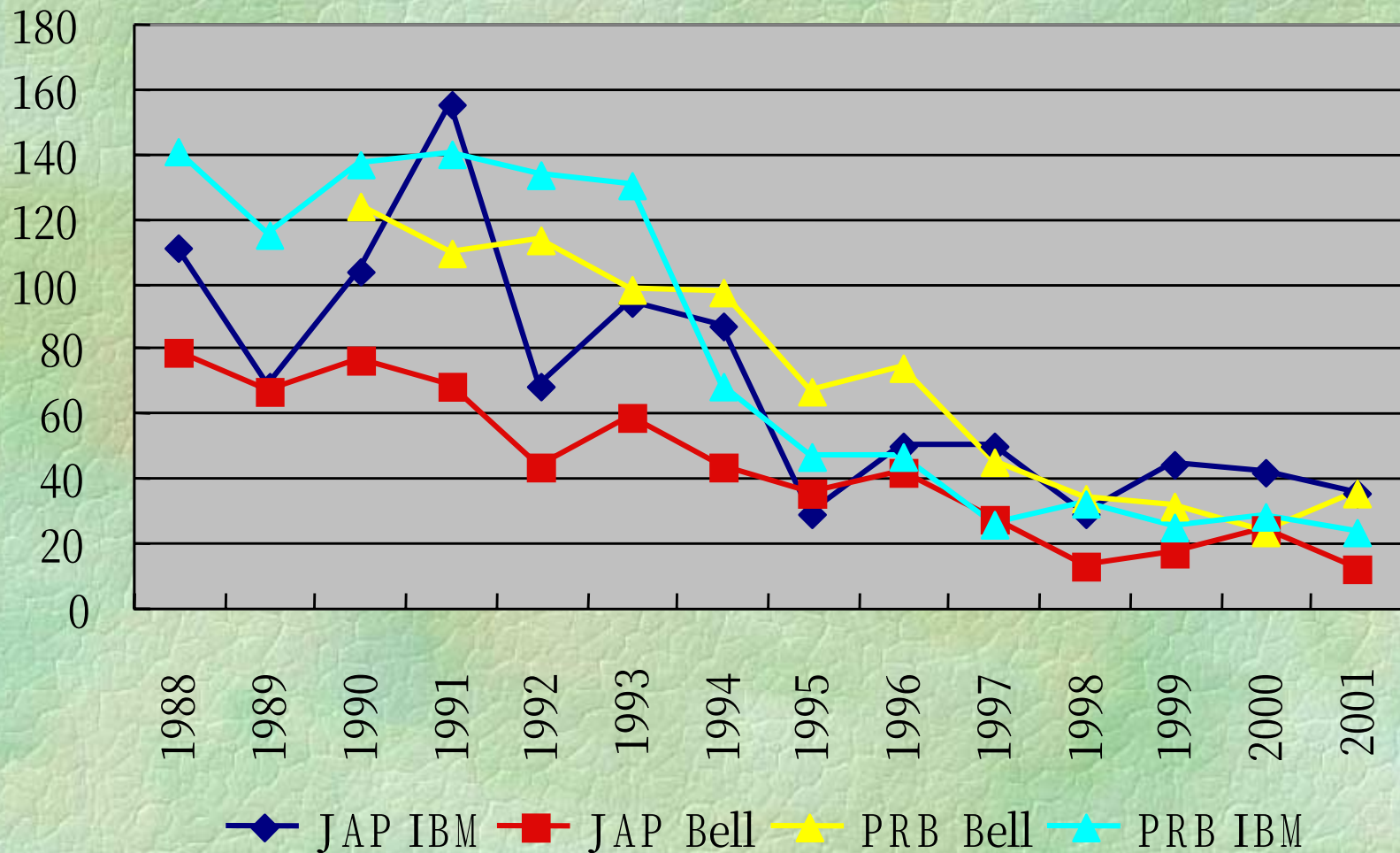
日本企業からの論文数の経年変化



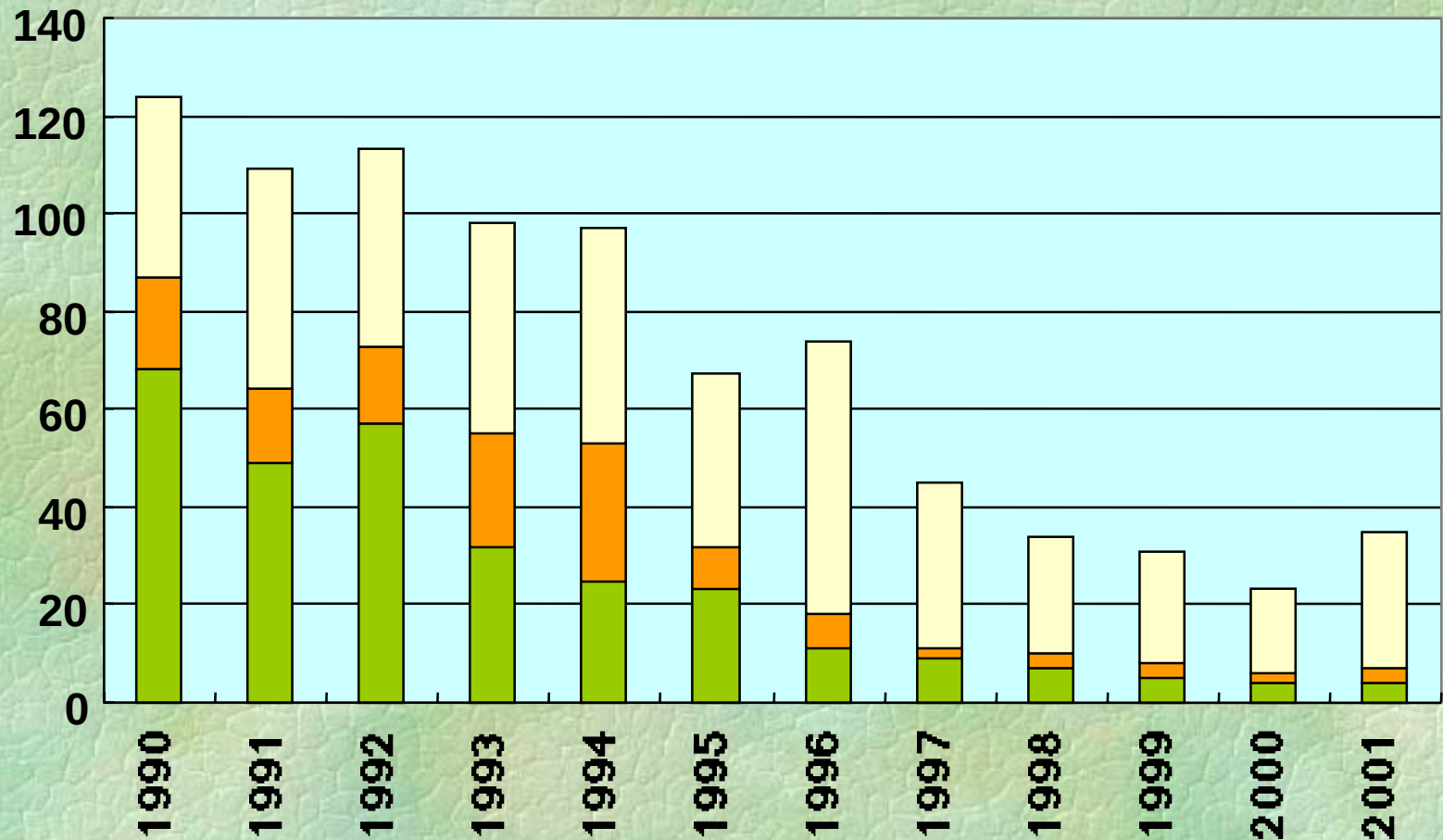
日本企業からの特許出願数の経年変化



Number of papers printed on PRB and JAP from Bell Lab. and IBM



Composition of Authors in Bell Lab. PRB papers



All authors belong to Bell Lab.

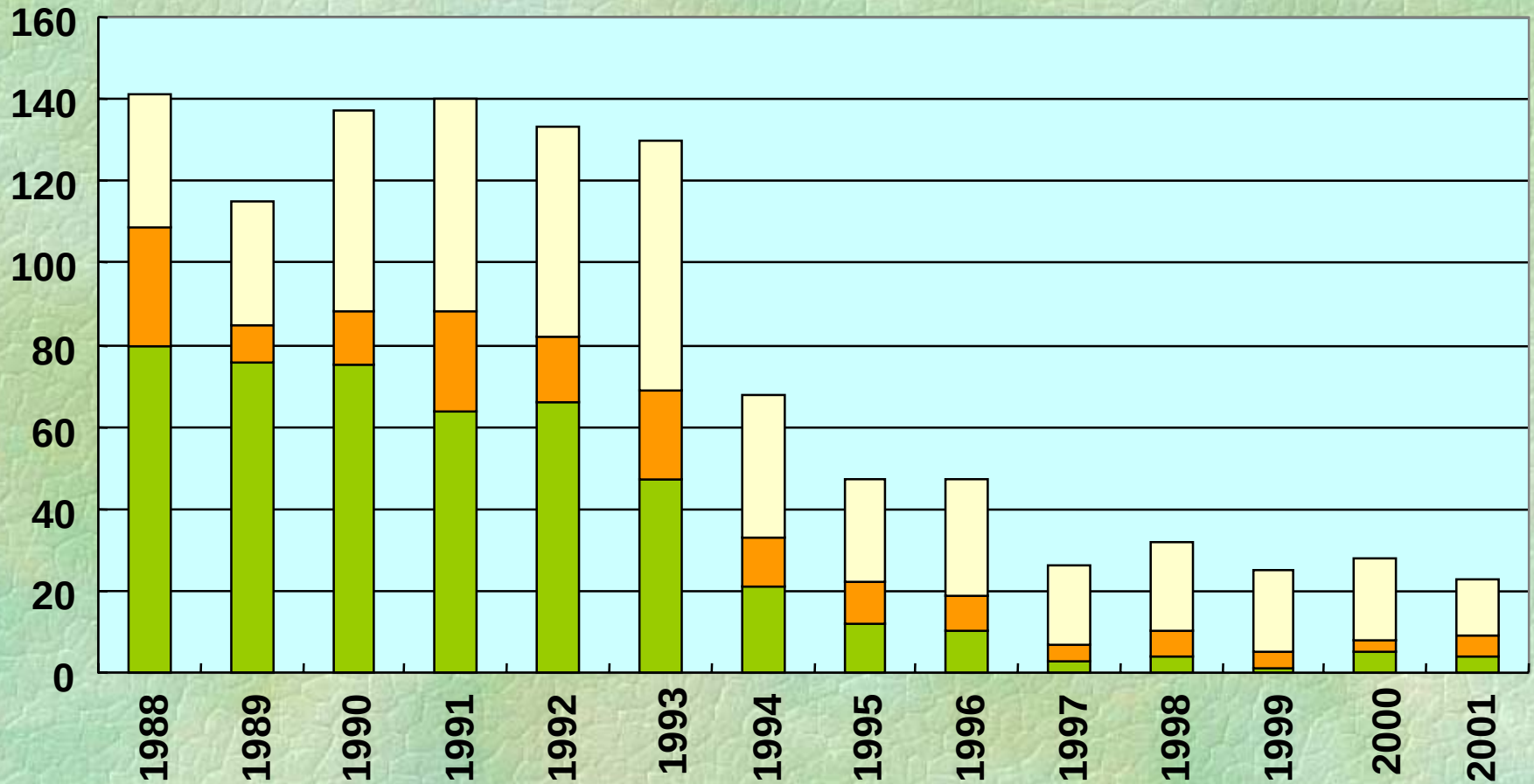


Joint papers with first author belonging to Bell Lab..



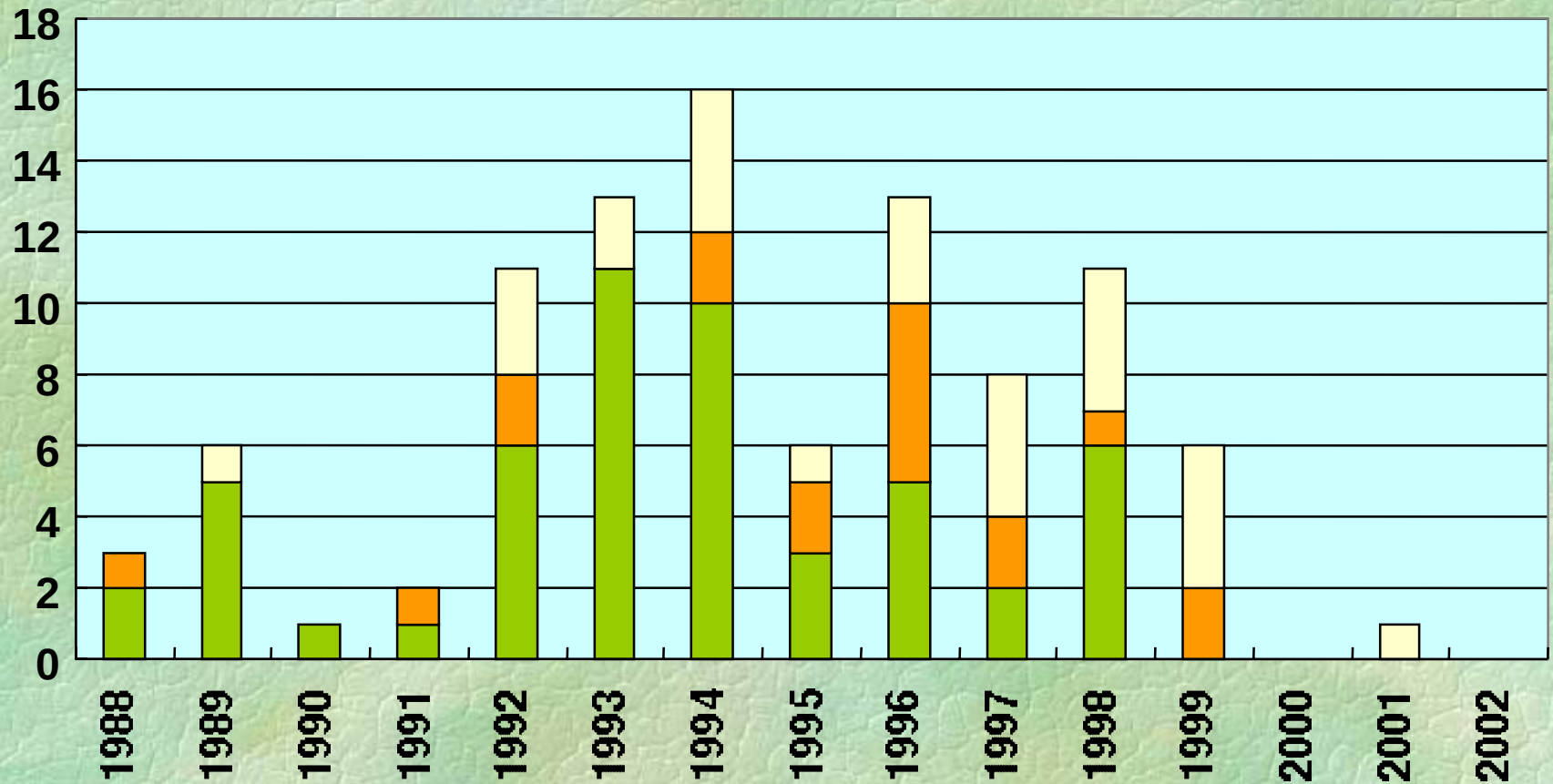
Joint papers with first author belonging to out of Bell Lab..

Composition of Authors in IBM PRB Papers



- P: All authors belong to IBM
- FA: Joint papers with first author belonging to IBM
- SA: Joint papers with first author belonging to out of IBM

Composition of authors in Hitachi PRB papers

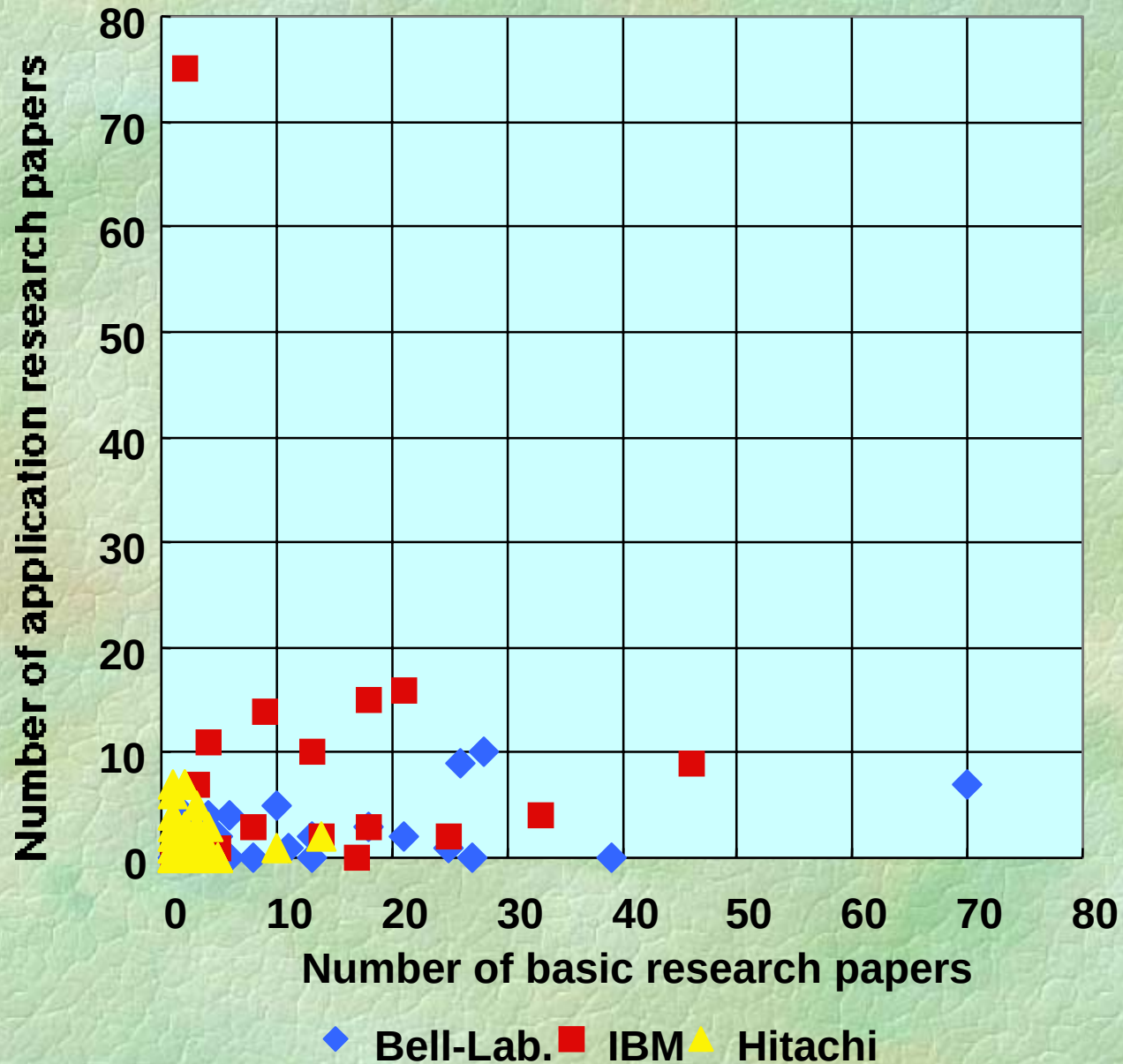


- P: All authors belong to Hitachi
- FA: Joint papers with first author belonging to Hitachi
- SA: Joint papers with first author belonging to out of Hitachi

PRB First Authors の分析

- ❖ 1990年のPhysical Review B に掲載された論文の筆頭著者の内、Bell Lab.所属の研究者22名 IBM 所属の研究者名に着目。
- ❖ 1988年から2001年までの間にPhysical Review B に筆頭著者として論文を掲載した日立所属の研究者全46名に着目。
- ❖ ただし日立の研究者の内4名は特許の検索からは除外。(同姓同名者と区別ができなかったため。)
- ❖ JJAPは今回のデータからは除外。(1997年以前に掲載分の論文が検索できなかったため。)

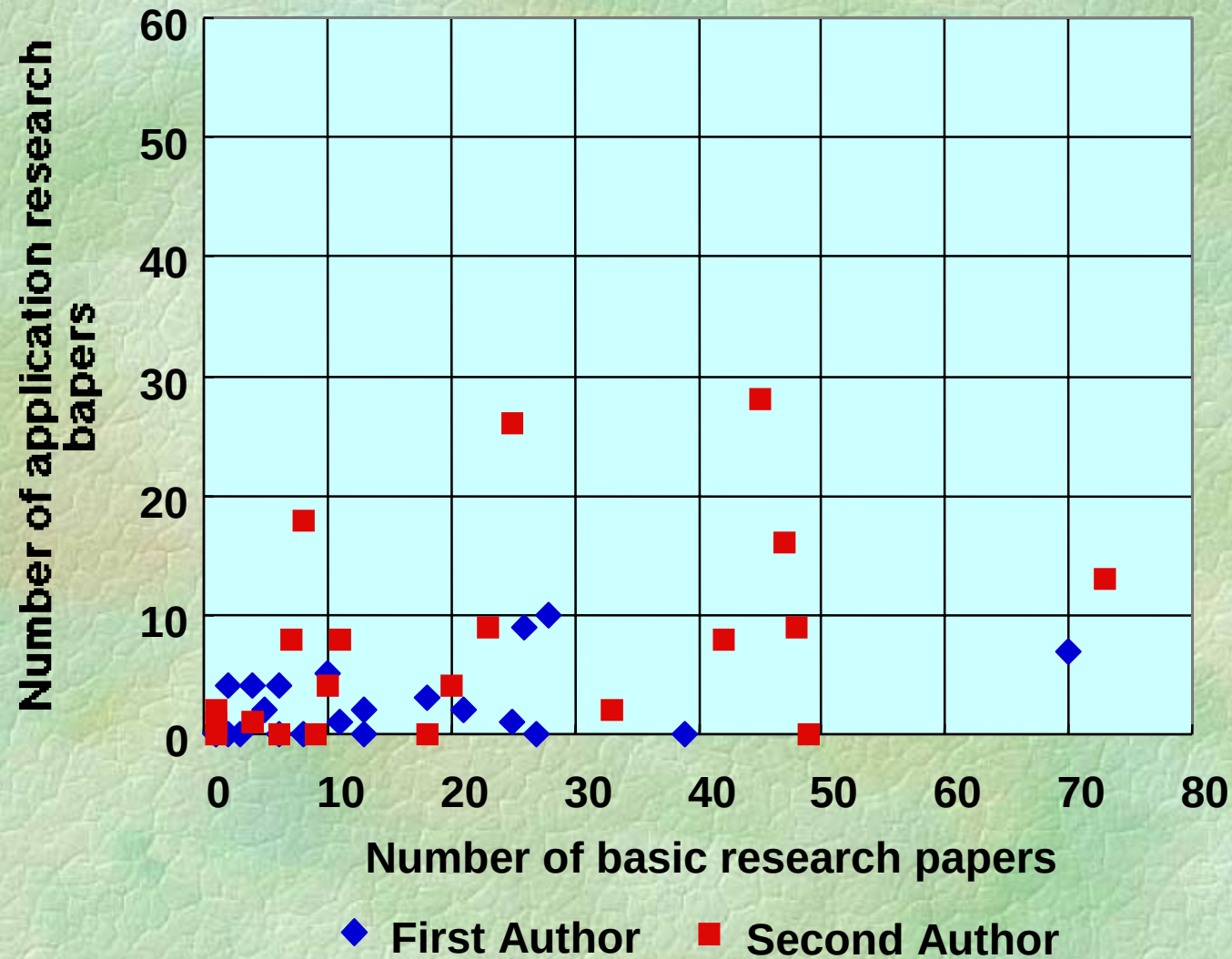
Papers that PRB first authors published as the first author



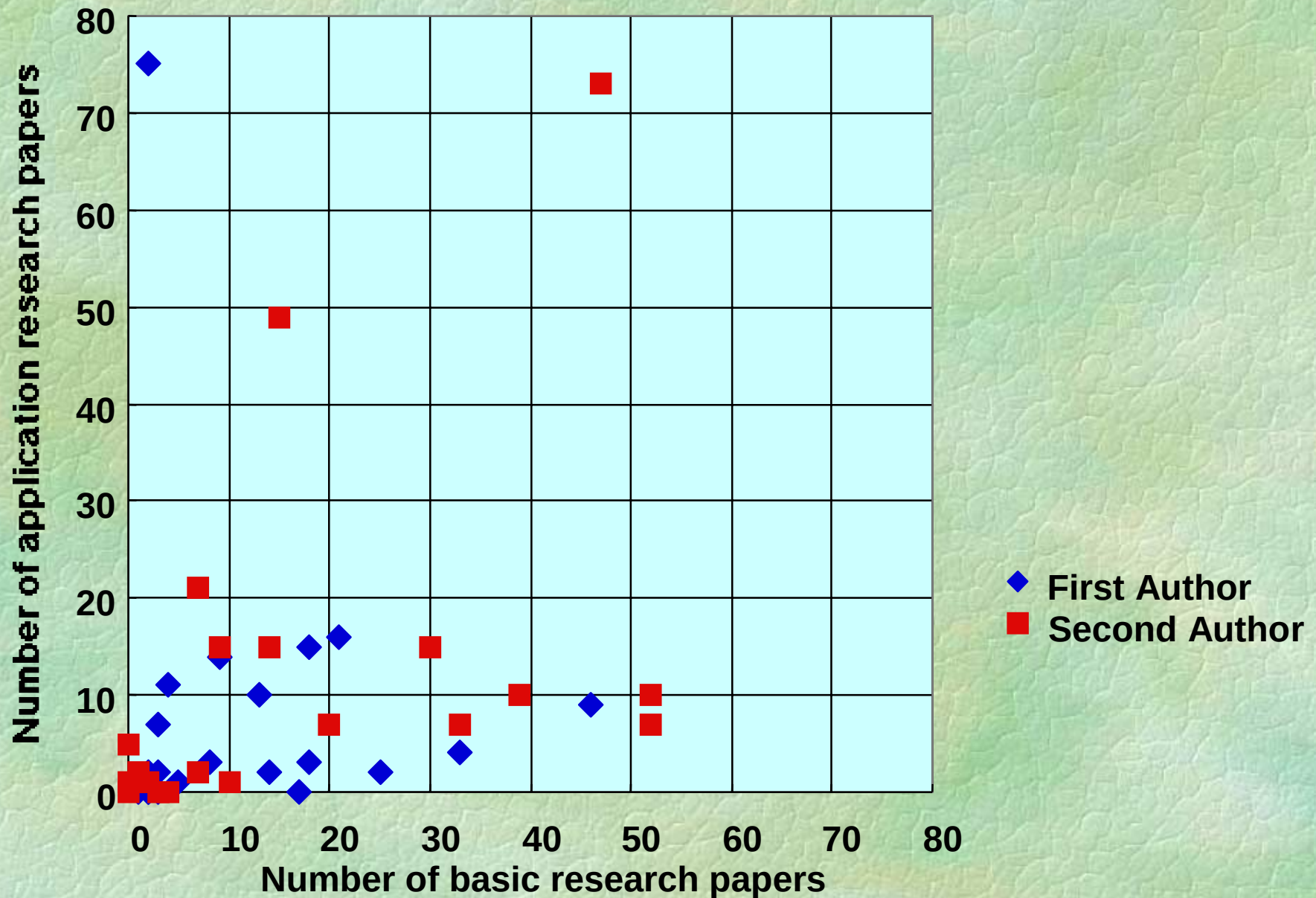
Average Data of PRB First Authors

	Bell Lab.	IBM	Hitachi
Average Active Years	13.6	12.7	8.5
Average Number of FA Basic Papers	14.9	11.9	2.52
Average Number of Patents	0.36	4.50	4.40
Active Years for One Basic Paper	0.88	1.07	3.39
Ratio of FA Application to FA Basic	0.16	0.71	0.68
Ratio of Patent to FA Basic	0.02	0.37	1.76

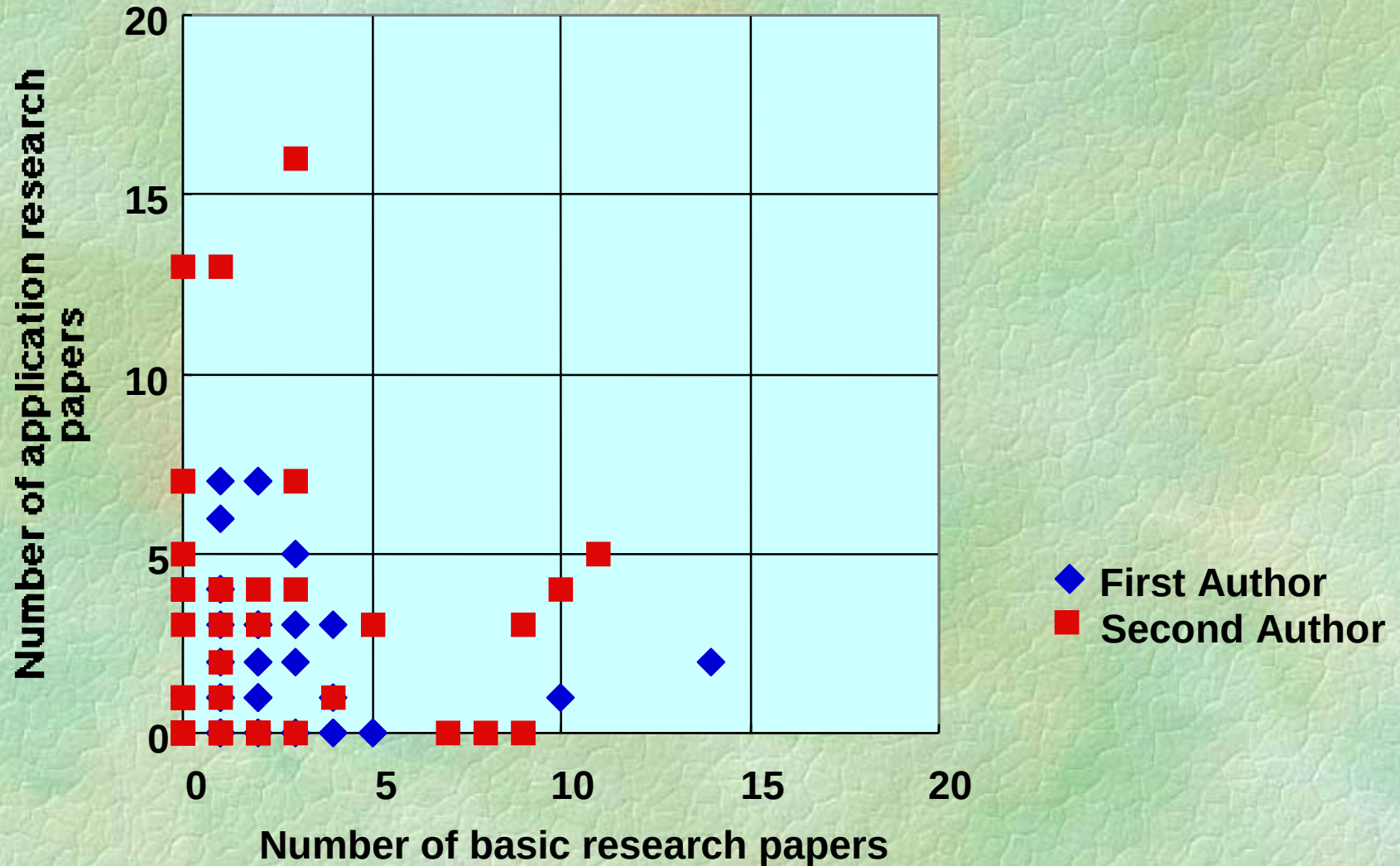
Bell Lab. papers as the first author and as one of the other authors



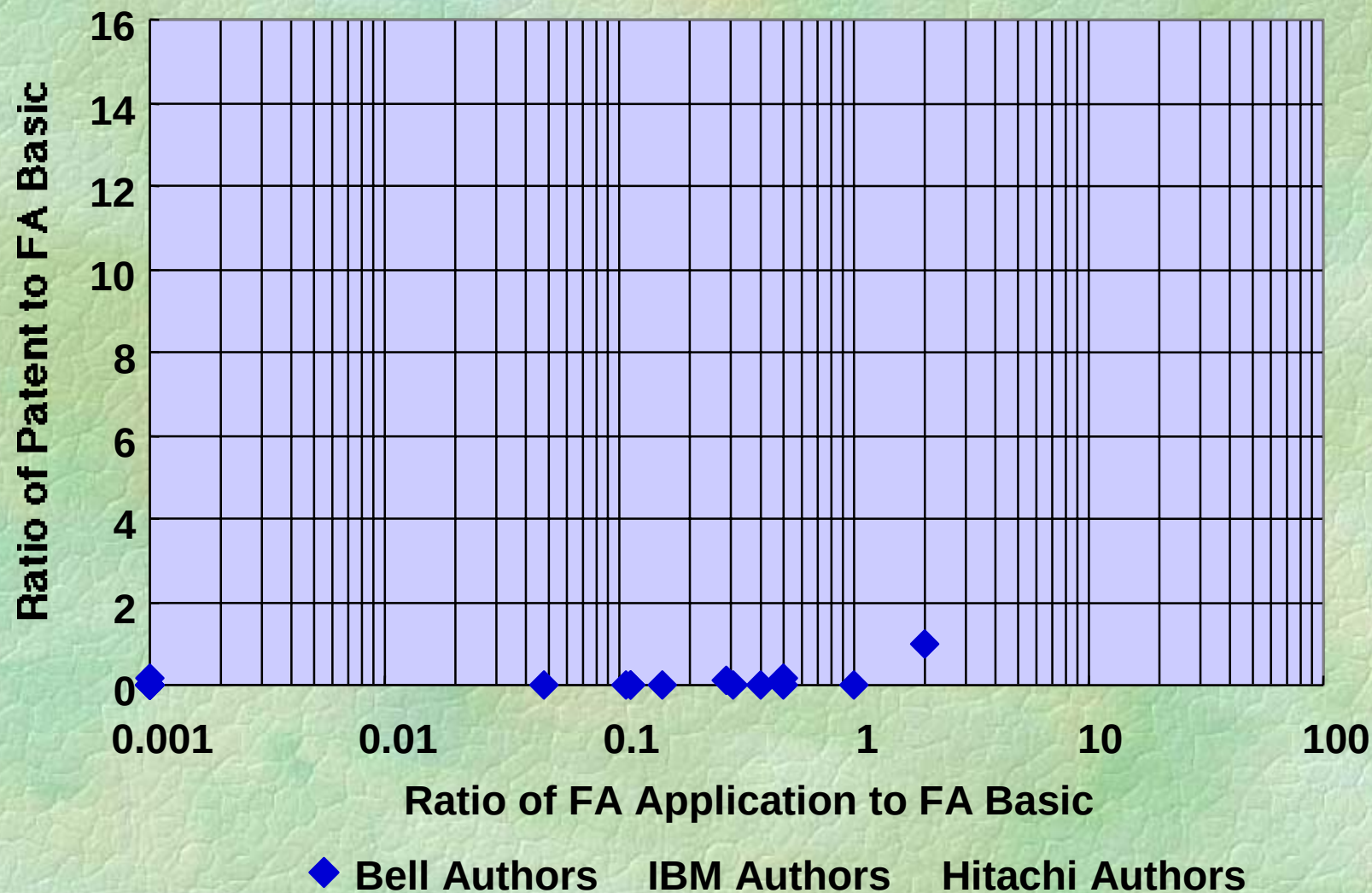
IBM papers as the first author and as one of the other authors



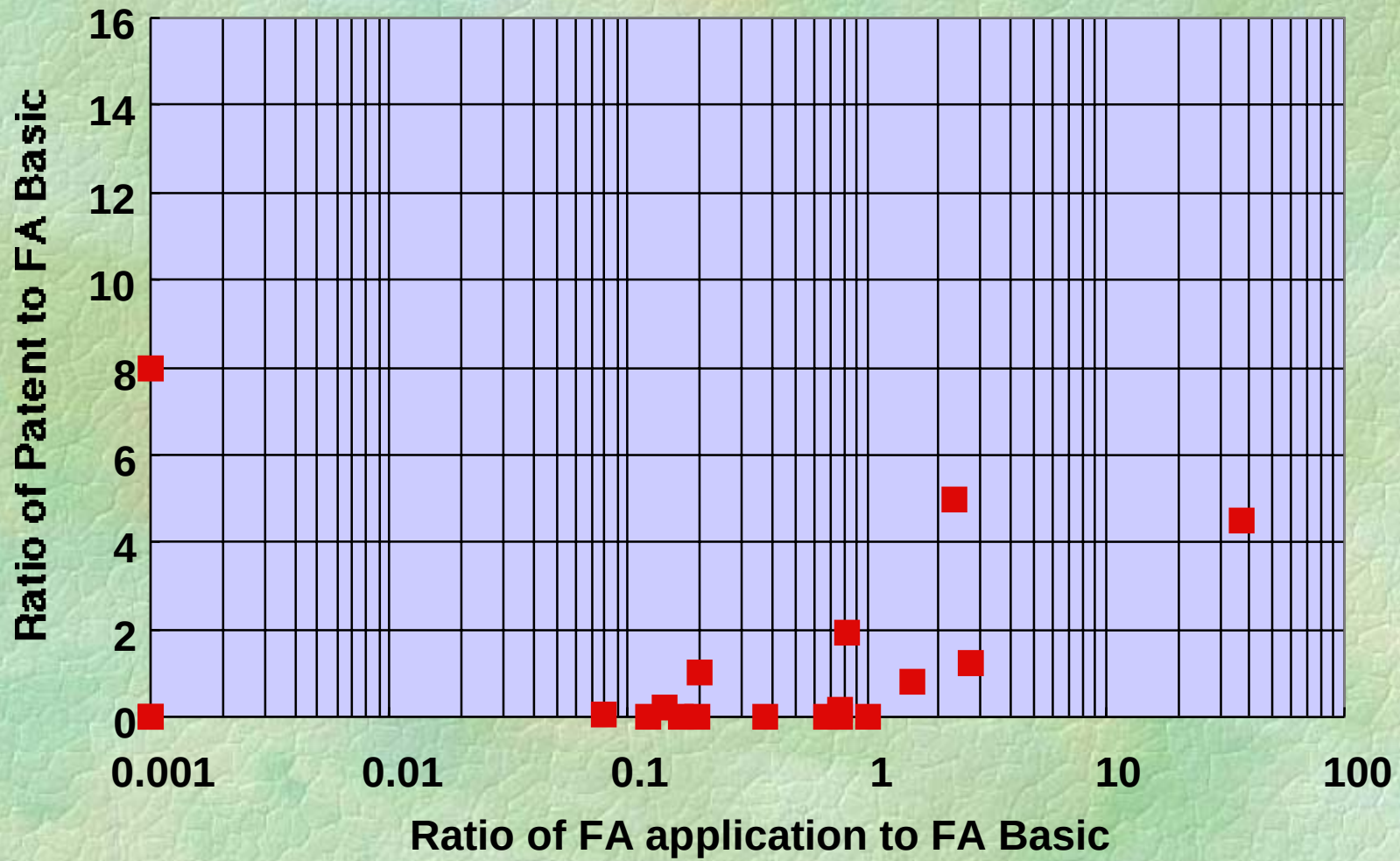
Hitachi papers as the first author and as one of the other authors



Research Tendency of Bell Lab. Researchers



Research Tendency of IBM Researchers

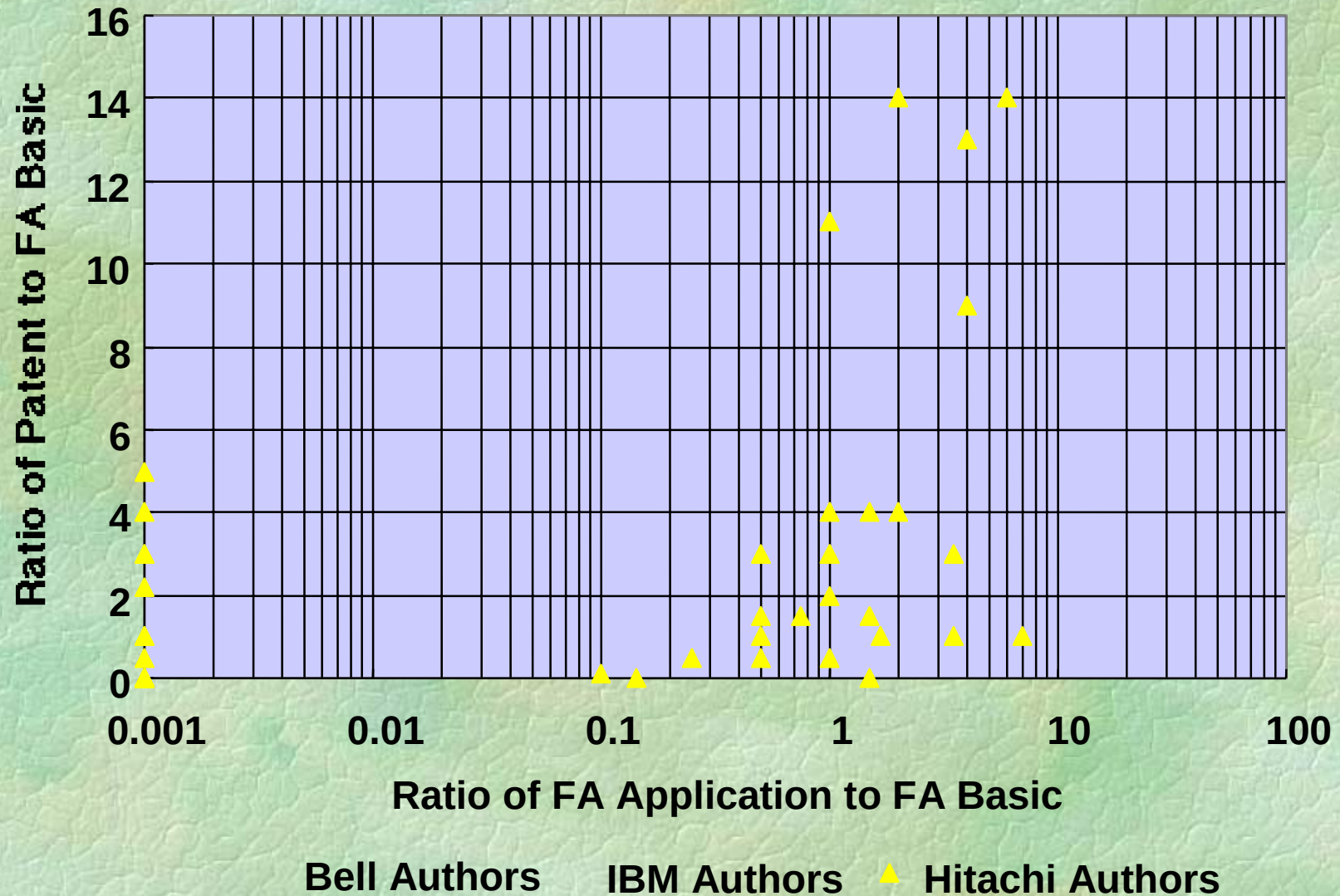


Bell Authors

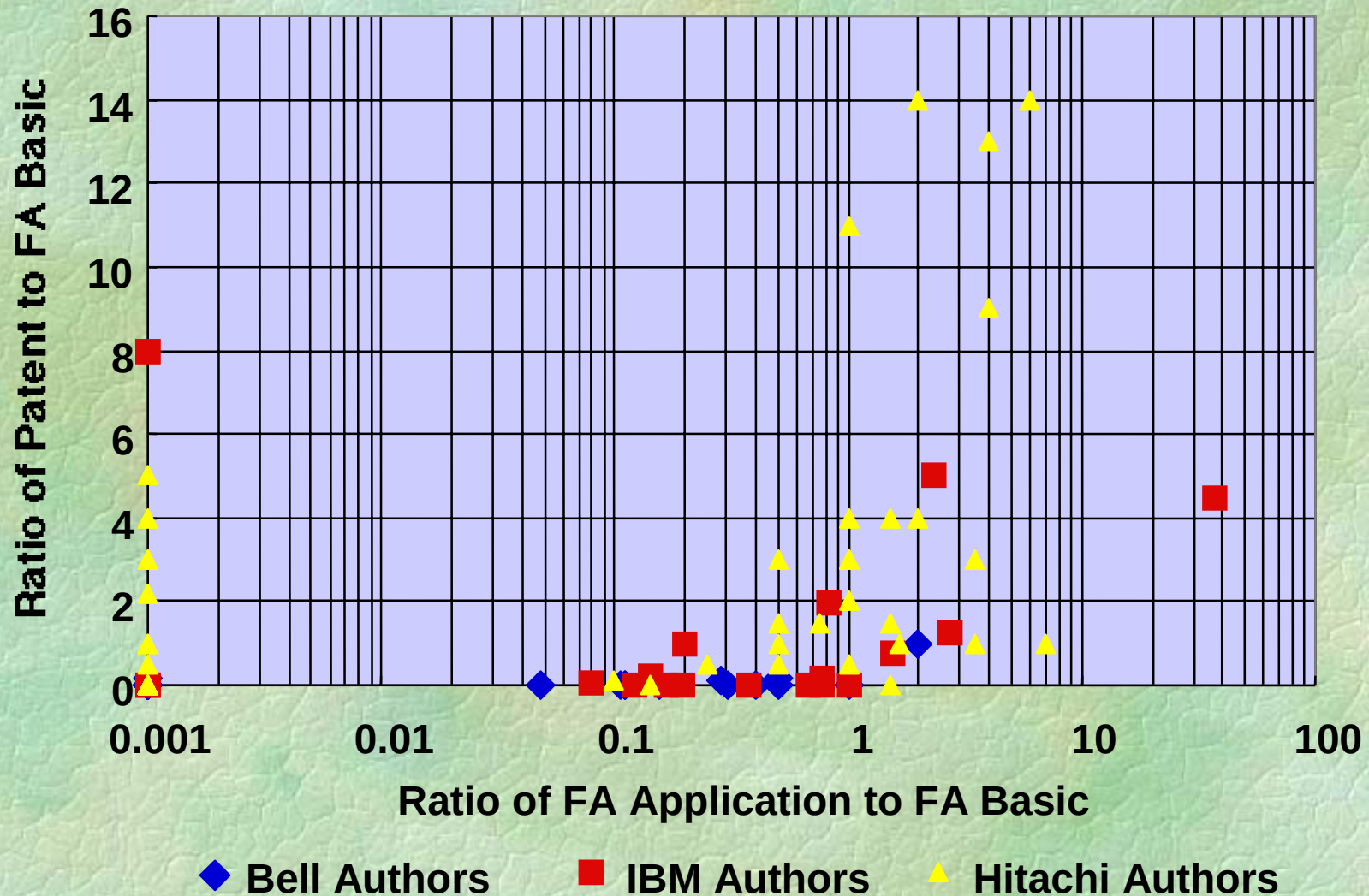
■ IBM Authors

Hitachi Authors

Research Tendency of Hitachi Researchers



Bell Lab. vs. IBM vs. Hitachi



結果

1. Bell研究所所属のPRB Authorは基礎研究に専念。
2. IBM、日立の研究者は応用も視野に入れて研究。
3. 日立の研究者は「開発」にも関与多大？

問題点

☆ 技術的イノベーションシステムの不在

→ 個人に依存！

☆ 「科学」と「技術」の関係の誤解

→ リニア・モデルに基づく技術戦略！

☆ 「研究」と「開発」の評価の混同

→ 知識を”財”を通してしか評価できない！

★ 「ジェネリック・テクノロジー」の欠如

ジェネリック・テクノロジーとは

☆ Characterization

☆ Mechanism の把握

→ 技術の普遍性の追求

→ 科学知識への帰着

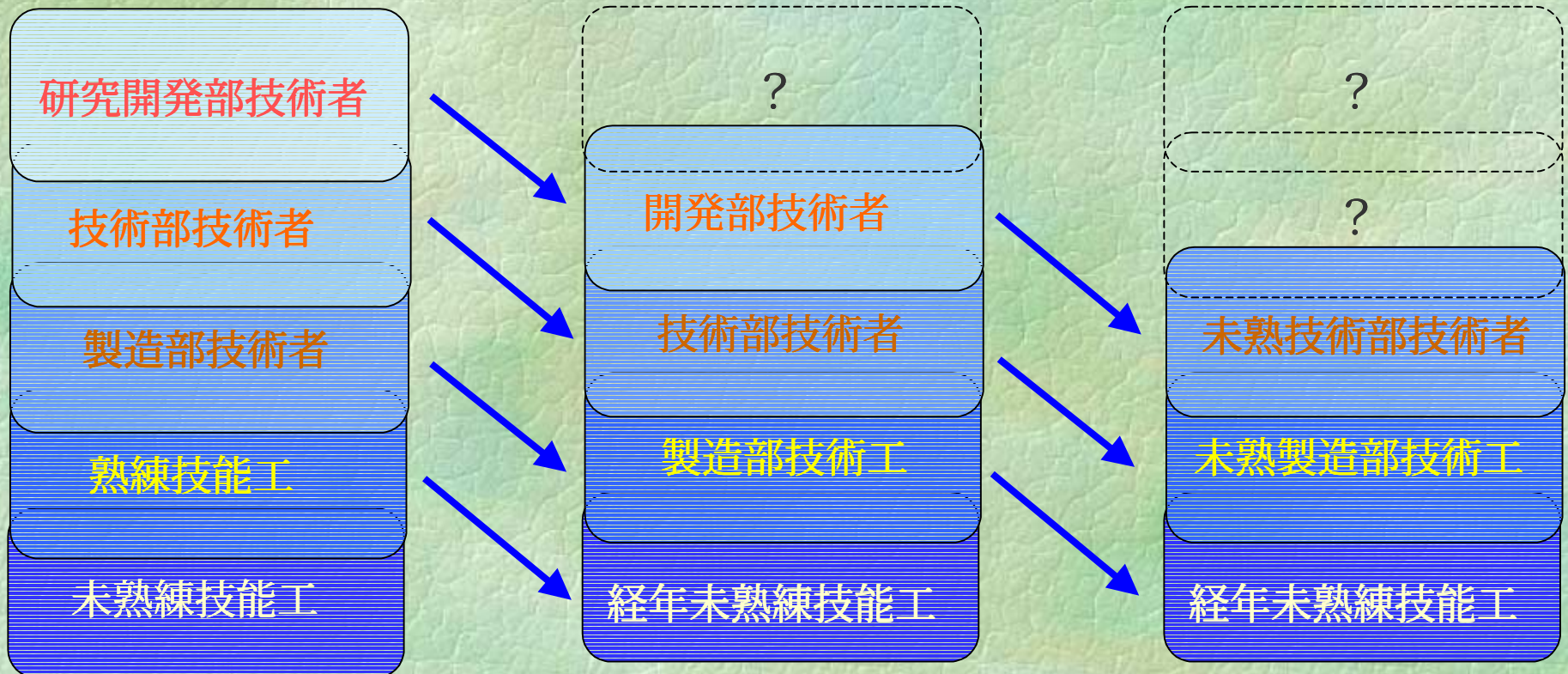
なすべきこと

- 各階層での知識の汎用化 (generality の追求)
- バレーボール現象からの脱却
 - 時間差攻撃 移動攻撃以前に
高く跳び強く打てること！！
- 知識の創造と財の具現化を分離評価するシステムの構築

IDM弱体化の原因

80年代の急速な拡大への対応

- 技術者・熟練技能工の不足
- 技術者・技能者の下流技術へのシフト
- 新技術・新材料への対応の遅れ
- 未熟な技術者・技能工が招く高コスト



解決すべき課題

- ✎ 科学と技術の共鳴場の創設
- ✎ 科学、技術に対する意識改革