

定量的データに基く問題提起

山口 栄一（21 世紀政策研究所 研究主幹）

本日も、お忙しい中、本フォーラムにご参集いただきまして、ありがとうございます。

それでは、フォーラム第 2 回を始めたいと思います。今回は、「大学は 1000 社の起業を達成できるか」と題しまして、イノベーションに対する大学の役割を論じたいと思っています。それに先立って、第 1 回の議論をまとめておきます。



まず既存の企業がこれまで研究開発の原理としてきた線形モデルが終わった、というサーベイを西村さんにしていただきました。線形モデルは、元来科学・知識・ポリスが技術・テクネ・オイコスよりえらいという概念から出発していること。それぞれ独立した知的営みが 20 世紀になって「科学を技術革新のツールとして用いる」という中央研究所方式として具現化したことが論じられました。さらに科学研究者が予算を獲得する良い便法であったから、今も生き延びているということも付け加えられました。

しかし 80 年代になって、米国においてそれは終焉を迎えた。なぜならば市場の要求のスピードに「白紙の未来」主義がついていけなくなったからだ。「白紙の未来」主義というのは、つまり基礎研究をやっていれば、いつかは（5 年後かそれとも 500 年後か、それはわからないけれども）イノベーションにつながるということ、生駒さんの言葉を借りれば、Blue Sky Research です。それとともに、In house でやるよりもネットワークを組み、他者に付加価値をつけてもらう方が合理的にもなってきた。

こうして、外部化、社会化された Innovation system の必要性が結論づけられました。

第1回のまとめ 企業における基礎研究は終焉したか？

西村 線形モデルの終焉について」

線形モデルの出自

- 科学/知識/ポリスは技術/テクネ/オイコスよりえらい、という概念から出発。
- 科学研究 技術革新、という期待が自前主義（中央研究所方式）を生んだ。
- 科学研究者の予算獲得の（やむにやまれぬ）便法

線形モデルの終焉

- 市場の要求のスピードに、「白紙の未来」主義がついていけなくなった。
- ネットワークを組み、他者に付加価値をつけてもらう方が合理的になった。

社会化された Innovation System が必要

図 1：山口

順不同になりますが、この基本的考え方に基いて生駒さんは企業の R&D のモデルとしてこの図に掲げたようなモデルに取って代わるべきだと、結論されました。ちょっと、要点をまとめます。

すなわち企業の R&D は、まずマーケティング(F すなわち社会とのフィードバック)で定義されたこの New Products から出発すべきであること。この New Products を意識しない基礎研究(B)や戦略研究(A)をしてはならない。ビジネスプランの書けない研究はするな、ということです。まして、科学研究(E)をやってはならない。そうではなくて、科学的知見を利用することに徹すべきである。ただし、21世紀は Bio-science の時代で、ここではまだ線形モデルが成立する。Ethics すなわち倫理を再考する必要がある。この、最初の 3 つの心得は、コーポレートガバナンスの原理から当然のごとくやってくる、ということでした。

しかし東倉さんは、「ちょっと待て」とおっしゃいました。

少なくとも NTT ではこれまで通り、基礎研究をやっていく。ここでいう基礎研究というのは、B と A のみならず、重点化した E をさす。それが、NTT の事業戦略にとって今後も重要である。なぜならば、「他が頼りにできないからだ」。

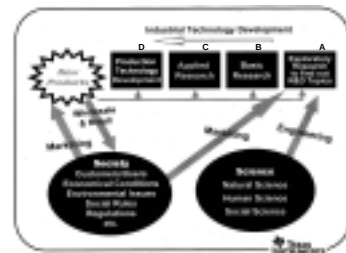
このことを私なりに分析してみます。

図 3 は、藤村さんがイノベーションの動的過程を分析するために提案した図です。何かある製品やシステムの性能を考えてみる。性能には原理的な限界があってこれを物理限界とよぼう。しかし実際には技術ないし装置の限界がもっと低いレベルにあるので、これを装置限界とよぼう、というわけです。さてこれらの限界性能は種々の制約条件によってどんどん悪くなる。一般には、技術はある制約条件のところで運用されていて、既存技術の性能を上げて革新技术の点まで持ってくるためには、直接のパスがない。そこで理想条件にまで持ってきてはじめてこの革新技术に到達できる。したがってこの理想条件で物理限界に到達するような B や A の研究が必要だ、というわけです。

東倉さんのこの言葉をもう少し展開すれば、大学や国研は力量が足りない。それだけではなく、日本には社会化された National Innovation System がない、ということです。

となると、堀さんのこの言葉が重くのしかかります。

生駒「取って代わるべきモデル」



企業のR&Dは、



- マーケティングで定義づけられた「新製品」から出発すべし
- 「新製品」を意識しないBやAをやってはならない、 $D > C > B > A$
- 科学研究(E)をやってはならない、科学的知見を利用することに徹すべし
- 21世紀はBio-scienceの時代(線形モデルが成立)。Ethicsを再考する必要あり、Shareholder value経営の下ではガバナンス原理の適用が必要

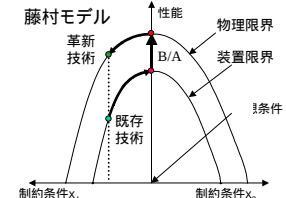
図 2：山口

東倉「事業戦略としての基礎研究」

情報通信にかかわるイノベーションを遂行する部隊(BとAのみならず、重点化したE)をもつことがNTTの事業戦略にとって今後も重要

東倉「他が頼りにできないから」

大学や国研が力量不足であるのみならず、日本ではNational Innovation Systemができていない。



堀「この先NTTの研究所だって、いつまでも3000人体制を続けられるかどうか怪しい。東とか西が「分担金減らしてくれ」なんて言い出す可能性が出てくる。ほんとうにそれでいいのか。そんなことをやっていて、日本の通信というのは守れるのか」

堀田「NTTがCOEをめざすといっても、株式会社だから、成果を人に只でやるわけにはいかない。そういう(営利を目的とする)組織がCOEになれるはずがない。だからD→Aについてのマネジメントと、Eを支えるマネジメントとはちがう仕方が必要」

National Innovation Systemを再構築する公共政策の必要性

図 3：山口

この先 NTT の研究所だって、いつまでも 3000 人体制を続けられるかどうか怪しい。東とか西が『分担金減らしてくれ』なんて言い出す可能性が出てくる。ほんとうにそれで良いのか。そんなことをやっていて、日本の通信というのは守れるのか。

あるいは、梶田さんはこう表現されました。

NTT が COE をめざすといっても、株式会社だから、成果を人に只でやるわけにはいかない。そういう（営利を目的とする）組織が COE になれるはずがない。だから

D→A についてのマネジメントと、E を支えるマネジメントとはちがう仕方が必要。

もっと一般的な言い方をすると、民間企業に基礎研究までも任せていたこの国は、いったい何だったのか。National Innovation System を再構築する公共政策を真剣に考えなければいけない、ということです。

さらに、堀池さんは半導体産業のこれまでのレビューされた後、非常に深刻な予測をされました。図 4 に掲げているのはその一部でありまして、例えば日本の半導体産業は、ドラスティックな再編をしない限り生き残れない。これはおそらく近い将来、大きな動きになって出てくると思います。とくに私の心にしみ込んだのは、「大学発ベンチャーは、ほとんど成功しないだろう」という予測でした。理由はここに掲げているような事柄で、いずれもきょうの議論のよい手がかりになると思います。私が手がかりにしたいのは、最初の言葉です。

研究しかやってこなかった大学人に「漏れのない特許群」を出しつつけられるのか。

そこで、これについて定量的な分析を行ってみました。

図 5 は、特許登録件数と研究開発費の相関を、さまざまな組織について

堀池 「わが国の将来のグランドデザインに基く新産業の創生」

- 日本の半導体産業は、ドラスティックな再編をしない限り、生き残れない。
- 発明者の権利をもっと認めねばならない。
- ベンチャーの成功は、最初の製品が市場性に富んで、知財権が競争者の参入を拒絶するかどうかにかかっている。
 - a. 素早く製品を出せる高い能力を有するチームで構成されていること
 - b. 発展させていく十分な資本源があること
 - c. 次々に戦略製品を出すのをサポートする技術、社会、教育インフラがあること。

「大学発ベンチャー1000社」は、ほとんど成功しないだろう。

- 研究しかやってこなかった大学人に「漏れのない特許群」を出し続けられるのか。
- TLOを含めて、特許費用はどこまで出せるか。
- ポスドクやスピンオフの人を雇用し続け、失敗したら再就職させられるか
- 国は一過性ではなく、資金をずっと提供していただけるか。

図 4：山口

特許登録件数 vs 研究開発費

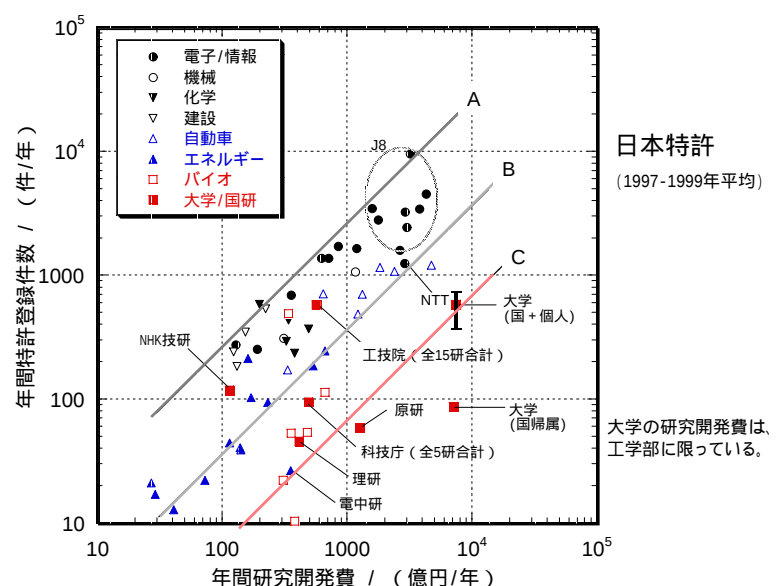


図 5：山口

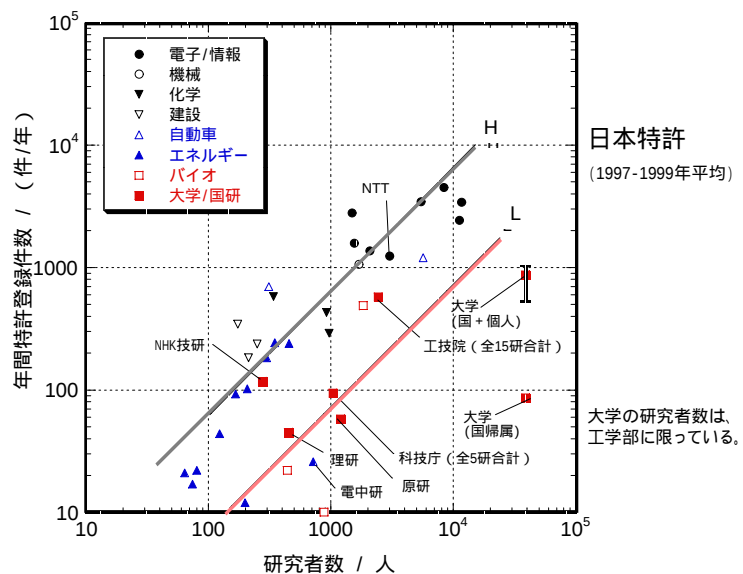
て測定してプロットした結果です。たとえば特許数一番は松下，二番が日立，などですね。

この図を作ってみて面白いな，と思ったのは，各産業群ごとに群れを作る，という点です。電子産業（黒い点）は日本を引っ張ってきただけあって，特許登録数は群を抜いています。つぎに多いのが日本を引っ張ってきたもう一つの産業，自動車産業（青い白抜き三角）です。一方，民間の中で研究開発のアクティビティがもっとも低いのは，電力産業（青い三角）です。

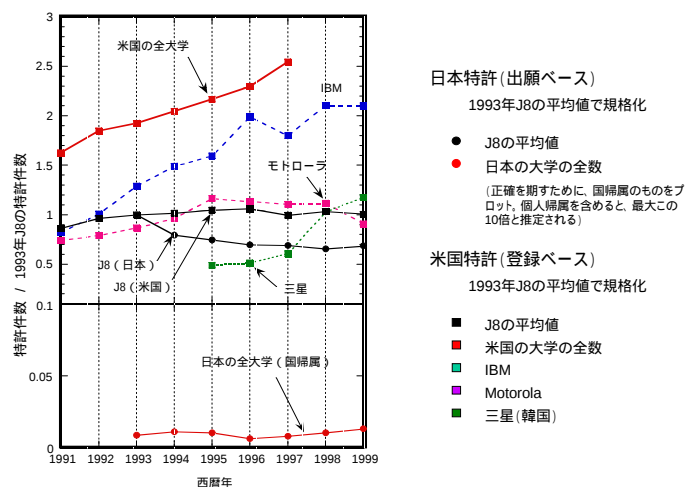
もう一つ面白いのは，Output-Input 比，費用対効果，すなわちこの線の上下関係ですが，この費用対効果で見ると A 群，B 群，C 群の 3 つの群に分けられる，という点です。この A 群は 20 世紀技術に基く産業，そして B 群は自動車産業といい電力産業といい，19 世紀に生まれた技術にもとづく産業です。そして C 群（もっとも効率の悪い群）に大学と国研，そしてバイオ産業が入ります。

R&D のもう一つのリソースである研究者数を横軸にしてプロットしなおしたのが図 6 です。こうやると民間はほとんど効率のよい一つの群（H 群）をなします。いっぽう，効率の悪い L 群は，完全に大学と国研とバイオ企業だけからなります。

特許登録件数 vs 研究者数



大学からの特許の日米比較



研究しかやってこなかった大学人に「漏れのない特許群」を出し続けられるわけがない，ただし，バイオは大学に頼らざるを得ない。

図7は、日本と米国の大学の技術創造へのアクティビティの比較を示したものです。日本特許と米国特許とは基準がちがいますから比較はなかなか難しいものです。ここでは、日本の電子産業8社の1993年における日本特許と米国特許を基準にとって絶対比較しています。ごらんのとおりです。こうして、研究しかやってこなかった大学人に「漏れの無い特許群」を出しつづけられるわけがない、ということがわかりました。ただしバイオは日本の民間のR&Dへのアクティビティが非常に低いので大学に頼らざるを得ません。

これは、大学の怠慢ではなくて、大学というのが、そのような育てられ方をしたという経験的事実に基きます。もちろん明治期の大学はそうではなかった。あるいは理研は数多くのベンチャーを排出しました。が、少なくとも戦後は、テクネから遠ざかって科学研究に徹するように育てられた。だから「もっと産業創出や市場創出の役に立て」というアジテーションは、困惑するものであって、悪かったのは「社会と乖離してしまった」ことにあるわけです。

もう一度、私が第1回にお示した図を振り返ります(図8)。このDiscovery channelの自己組織的な発展は、人間の知への欲求に基く根源的なものです。大学はこの発展に関わるのをやめて縦軸にそのベクトルを向きなおせ、という物言いは、この科学軸と技術軸から張られる創造空間をゆがめるものになります。

そうではなくて、むしろ大事なことは、DiscoveryとInnovationとが交わるこの緑の小空間をどのように捉えなおすか、ということです。

そこで、この緑の小空間を拡大してみます。

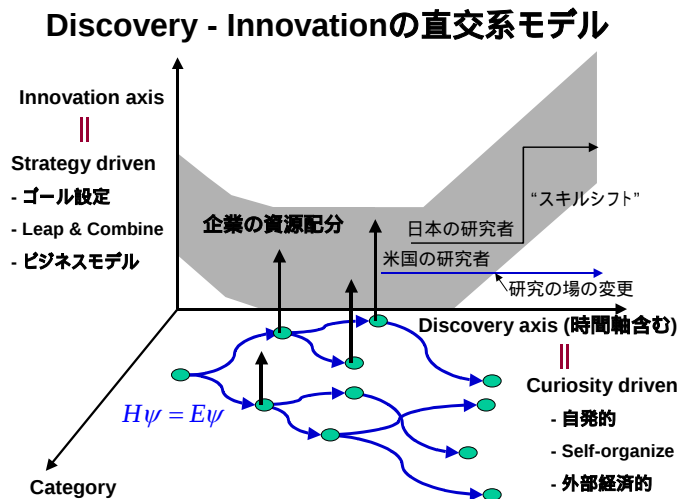


図8：山口

技術創造の共鳴場

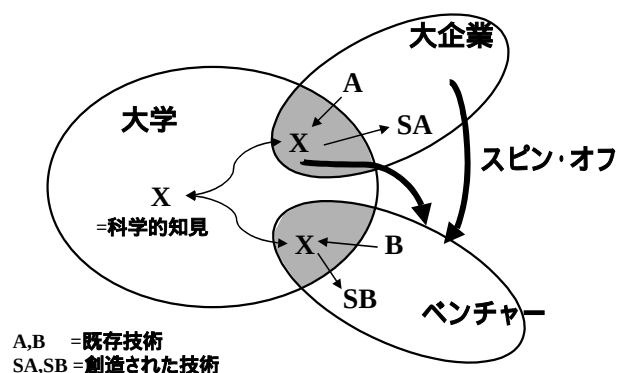


図9：山口

それは、図 9 に示すような微細構造をもっているはずです。右上の楕円が Innovation を担務する企業、左の楕円が Discovery を担務する大学です。

ある A という既存技術から出発してパラダイム・ジャンプをもつ新技術 SA を生むには、さきほど藤村モデルで述べたように、A を成立させている原理に戻らねばなりません。すなわち X と表現した科学的知見です。

ここでよく勘ちがいするのは、ならば X をやっていれば自然に SA が生まれるのではないか、すなわち線形モデルが成立するのではないか、ということですが、これはまちがいで、A を成立させている科学的知見はユニークではない、つまり X の選び方には複数の解がある、ということをお忘れはいけません。A を SA にしたい、という創造渴望だけが、正しい X を選び取るのです。

この A X SA というフィードバックを成立させている空間（黄色の領域）を技術創造の共鳴場とよんでおきましょう。この共鳴場の例をひとつだけあげたいと思います。

図 10 に書いたように、よくわれわれが半導体だの半導体産業だのと言っているのは、ここで掲げた Si や初期には Ge をさします。これは 1948 年に生まれてすでに半世紀以上たった成熟した産業です。

この他に、光通信や CD、DVD などのレーザー光源として用いられている GaAs などの半導体技術が 1970 年代に生まれて、これも四半世紀の歴史をもっています。これは、HEMT という電子デバイスの基幹材料にもなっていて今日の携帯電話産業の核をも形成しています。

さて、つい最近になって GaN という半導体が現れました。今のところ青色発光ダイオードが商用化されたほか、もうすぐ青色半導体レーザーが DVD に乗ろうとしていて、イノベーション前夜と言ったところでしょうか。この第 3 世代半導体をもちいたトランジスタは、まだ未開発です。

さきほど述べた技術創造の共鳴場として、私はよく HEMT の誕生物語を引き合いに出すのですが、ここではこの青色発光ダイオードと半導体レーザーを例にとりたいと思います。

ケース・スタディ（半導体技術）

第1世代半導体（Si など）

天賦の界面 Si / SiO₂ MISFET

電子速度が遅い

発光できない

第2世代半導体（GaAs など）

発光する（赤外、赤）LED, LD

電子速度が速い、が絶縁膜がない

トランジスタ HEMT

第3世代半導体（GaN など）

発光する（紫、青を含むすべての可視光、紫外）LED, LD

トランジスタ HEMT, MISFET（まだ未開発）

	III	IV	V
2	B	C	N
3	Al	Si	P
4	Ga	Ge	As
5	In	Sn	Sb

図 10：山口

青色半導体レーザー(LD)の実用化

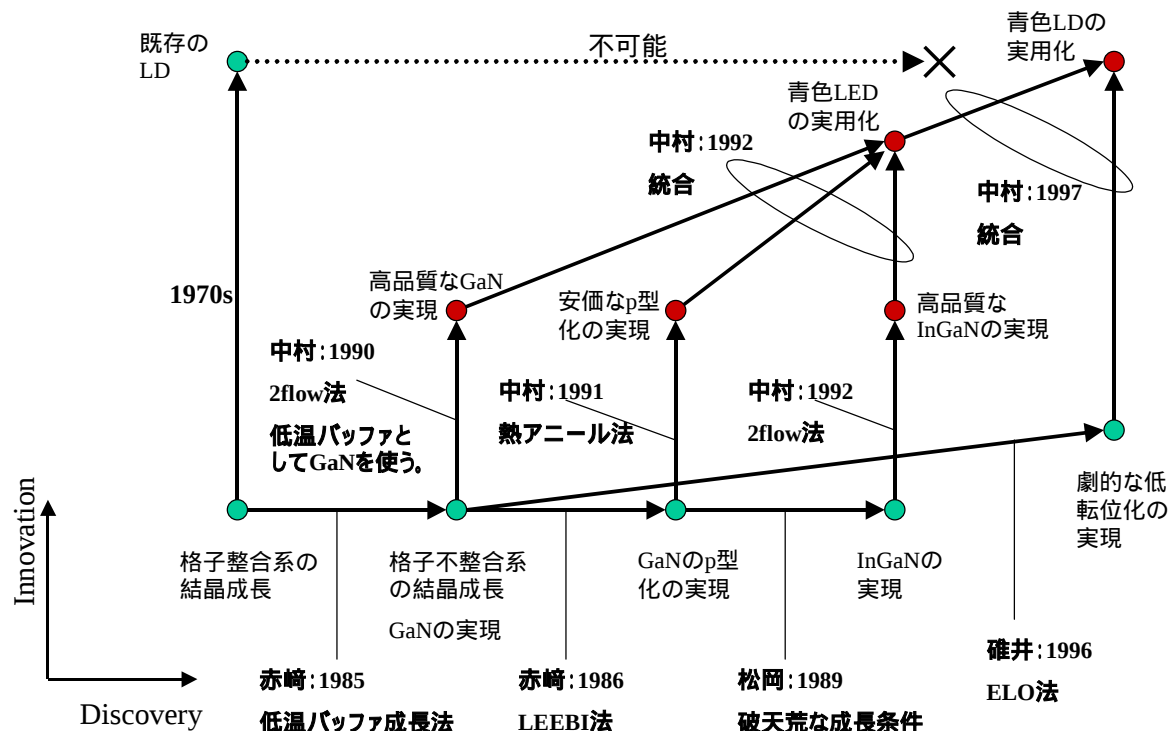


図 11：山口

図 11 に、さきほど定義した創造空間を書いておきます。横軸が Discovery axis, それ以外が Innovation axis です。

量子力学的制約によって、第 2 世代半導体に基く既存の半導体レーザーを改良して青色半導体レーザーをすることはできません。そこで青色半導体レーザーを作るには一旦 Discovery Channel まで下りてこなければなりませんでした。

まずこの発端は、当時名古屋大学教授だった赤崎さんが世界ではじめてサファイア上に単結晶 GaN を成長したことに始まります。結晶成長というのは、原理的に積み木づくりでして、たとえばレゴの上にはレゴしか乗りません。しかしレゴの上にダイアブロックを積んでやろうということに挑戦した赤崎さんは当時大学院生だった天野さんの手を借りて、常識を覆したわけです。ついで二人はこれまでできないとされていた GaN の p 型化を偶然成し遂げます。

これらからわかるように、世間では中村修二さんが特異点のように現れてすべてを成し遂げたように言われていますが、実際は赤崎さんそして天野さんが最初の Discovery をしたのです。

ただ LED やレーザーを作るには、In を入れるということをしなければなりません。これ

を最初に成し遂げたのは、NTT の松岡さんらでした。彼は綿密な熱力学計算をしてずいぶん破天荒なことをすると In が入るということを理論的に導いて実行したのですね。

これですべてのお膳立てがそろいました。日亜の中村さんは 1989 年にこの研究を始めたわけですが、つぎつぎにこれらを自分のモノにしていけます。そしてあっという間にこれらを統合して青色発光ダイオードを実用化します。

さて、レーザーをモノにするにはもう一つだけ重要な技術創造が必要で、これは NEC の碓井さんらが成し遂げました。これをたった半年で中村さんはモノにしてレーザーを実用化します。

ここでは、共鳴場を緑の丸で書いています。この共鳴場は何だったのか。これについては、もし後で話題になればお話ししたいと思います。

なぜ並み居る大企業のそうそうたる研究者軍団を押しつけて、彼が一番乗りしたか、これは青色レーザーを実現したいという創造渴望において、X としては複数の解があったのですが、正しい X を選び取ったのが、彼だけだったからです。

時間がきましたので、結論を急ぎます。

今必要なのは、企業に死蔵された人材と技術を、社会的ショックなしにスピン・アウトさせる Institutions の再構築です。図 12 にかかげたファクターは、第 3 回で議論することにして、今回ぜひ議論していただきたいのは National Innovation System にはたす大学の役割です。

私は、「大学からベンチャー」政策は、「大学にシーズがあってそれを研究すればいつかは新技術に発展する」あるいは

「大学の先生が一番えらくて何でも知っている」というのどかな線形モデルの陳腐な敷衍化だと思っています。素人に先物取引をさせるようなものなわけですが、問題は他人の財布を使って、素人が先物取引をするという点です。それ以上に問題なのは、大学人がインキュベータの責務をすてて自らアクターになれば、共鳴場の喪失につながる、という点です。

最後に現代物理学が導く大定理を掲げておきます。すなわち保護された状態（身分保障されたり、リスクのない状態であったり）から、相転移や進化は絶対に生じない、ということです。

大学が変わらねばならないことは、たしかです。では、どう変わるべきなのか。合田さんにバトンタッチしたいと思います。

問題提起

今、必要なのは、企業に死蔵された人材と技術を、社会的ショックなしにスピン・アウトさせる Institutions の再構築

— 法的制約ないし社会的制約

— 税制の制約

— エンジェルの徹底的欠如

— 共鳴場の欠如

大学こそが、人材の地域集積のための共鳴場を提供しなければならない。

「大学からベンチャー」政策は、線形モデルの陳腐な敷衍化。そればかりでなく、共鳴場の喪失につながる。

ただしバイオでは有意義。Perturbation効果に限られることを知る必要あり。

定理：保護された状態から、相転移や進化は生じない。

図 12：山口