

第5回基本計画推進委員会資料

「科学技術イノベーション政策の科学」 推進のための自然科学と人文社会科学の 連携の課題 —経済学の観点から—

黒田 昌裕

科学技術イノベーション政策のための
科学推進委員会主査

慶応義塾大学名誉教授

John Marburger
(U.S. Presidential Science Adviser)

“I am suggesting that the nascent field of **the social science of science policy needs to grow up, and, to provide a basis for understanding **the enormously complex dynamic of today’s global, technology-based society.**” (Science, 29 April, 2005)**

「科学技術・学術審議会」における基本論点

(第38回総会資料3-2-3 会長指示にもとづく意見整理メモ)

視点1-① 社会の要請を十分に認識する必要性

視点1-③ 日本の科学技術のシステム化の必要性

視点2-① 課題解決のための政策誘導

視点2-② 学際研究や分野間連携を支える人材育成

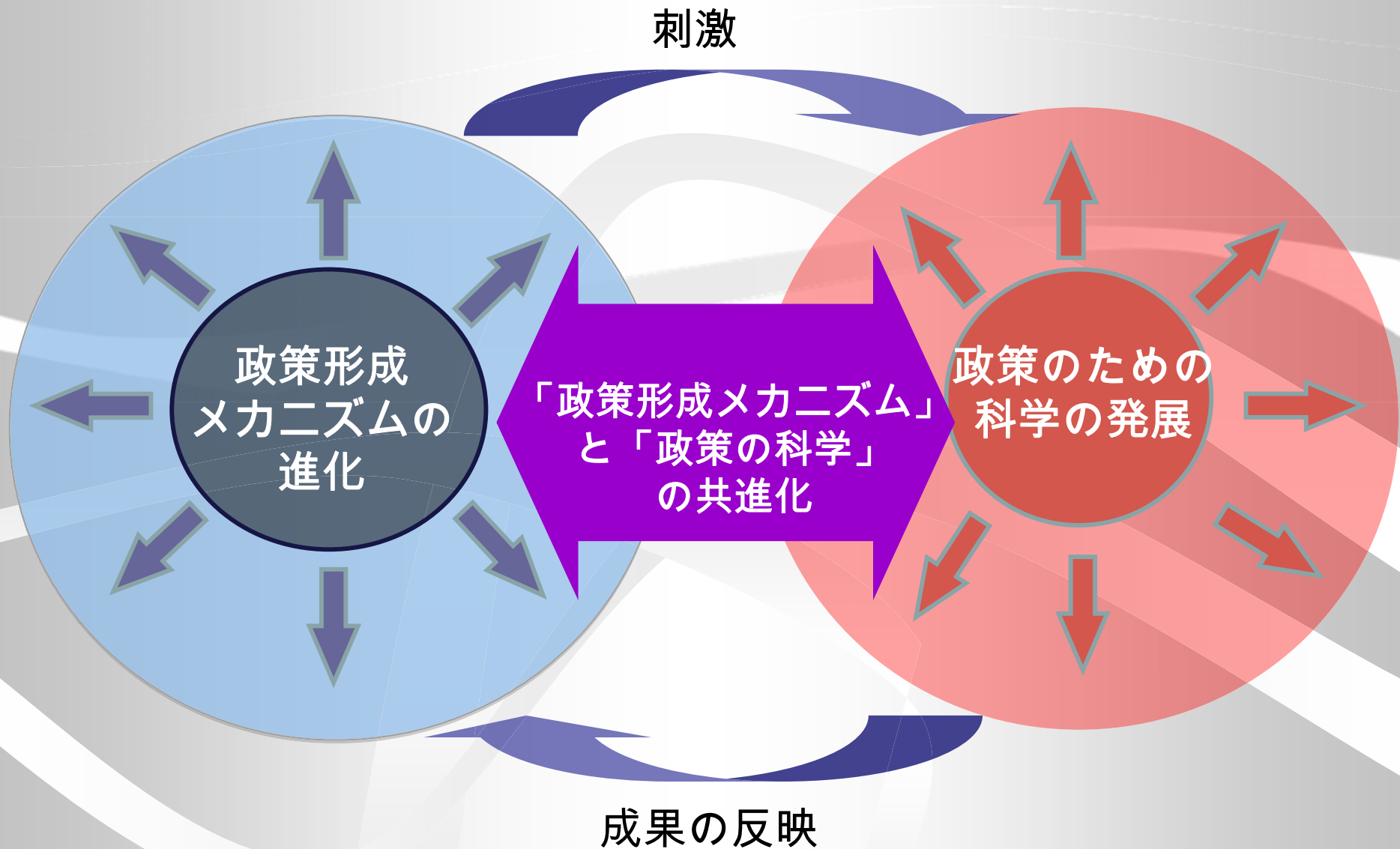
視点3-① 社会的ニーズの把握と研究課題への反映

・研究課題を設定する段階で、ユーザー、応用分野の研究者、人文・社会学者等との広範かつ積極的連携などにより、社会的ニーズを掘り起こし、それを適切に課題に反映する取組を強化することが必要ではないか。

視点4-① 科学的助言の在り方

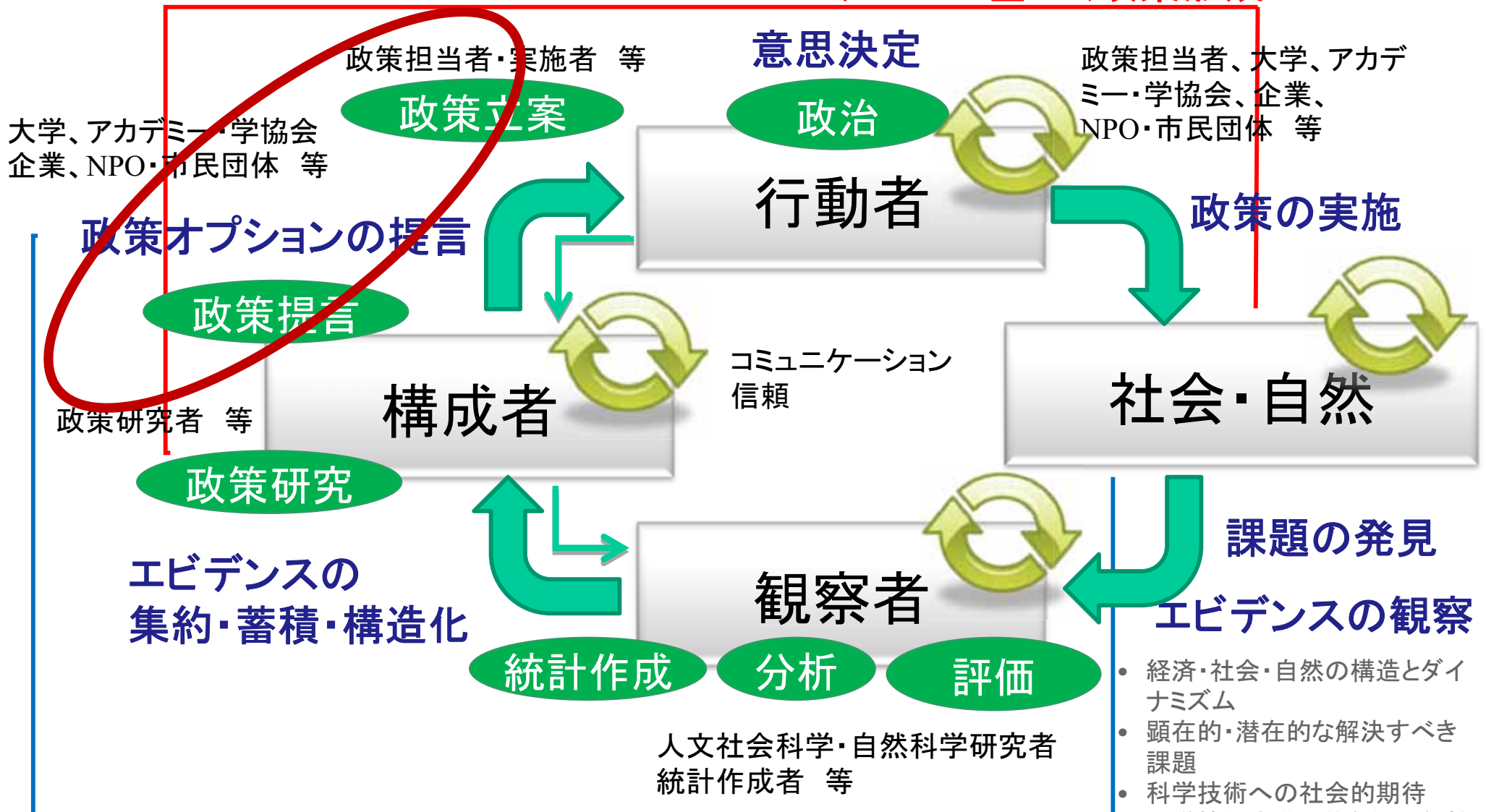
・科学技術に関する専門的助言と政府の意思決定の関係の明確化が必要ではないか。広く科学者の意見をもとめることが重要である。科学者の見解が分かれる場合には、複数の政策オプションに集約、提示し、それらを踏まえて政策を決定するというプロセスを確立すべきではないか。

「政策形成メカニズム」と「政策のための科学」は車の両輪 新たな連携による共進化



「科学技術イノベーション政策のための科学」の役割

エビデンスに基づく政策形成



科学技術イノベーション政策の科学

(I) 政策ビジョンの構築と政策課題の発見・明確化

- ・国を取り巻く状況に関する基本認識に基づき、国の将来像を政策立案の基盤として示したもの。
- ・**現状を取り巻く基本認識を構築するためのエビデンスを必要とする。**

第4次科学技術基本計画では、「現代の社会を過去に例を見ない世界規模の多様な問題に対峙しなければならない時代と位置づけた上で、人類社会の危機を克服し、次なる繁栄を導くための新たな秩序を形成することが、世界各国が協調、協力して取り組むべき人類的課題である」として、多様な価値観や利益が国境を越えて交錯するグローバル社会においては、大規模な自然災害や地球温暖化、エネルギー、食料、水資源等につわる課題は、世界を共に導く価値観の形成への挑戦無くして解決できないものであり、それは、科学技術の使命であるあると位置づけている。

政策ビジョンの構築/政策課題の抽出

現代、将来の社会的解決すべき課題を抽出

社会的・経済的制約条件の構造的予測

BaU シナリオの作成・政策課題の合意形成

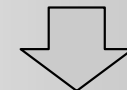
Econometrics, System Analysis,

Scenario writing method etc.

経済社会に関する基本認識

- ・世界の人口動態構造
- ・要素・資源の賦存構造
- ・地球環境等人類のリスク
- ・内外の政治環境

基本認識に基づく、将来像を、BaU シナリオとして、提示



政策課題の合意の形成

(II) 現代の課題解決のために科学技術イノベーションがどのような寄与できるか？

(II) 科学技術イノベーション政策の目標の設定

政策ビジョンに基づき、科学技術政策が目指すべき大きな目標を設定する。

(イ) 過去のSTI政策のフォローアップ

過去の STI 政策の評価・分析

- 1) 得られた成果・知的資産は何か？
- 2) 過去の政策実施から何を学んだか？
- 3) 成果・資産の課題解決への寄与度は？

過去の成果・資産の不足部分の検出

R&D-OUTPUT Data Base etc.

・R&D活動の構造的評価のデータベース構築

第4期基本計画

- 1) 震災からの復興、再生の実現
- 2) グリーンイノベーションの推進
- 3) ライフイノベーションの推進
- 4) 科学技術イノベーションの推進のためのシステム改革

(ロ) 科学技術水準の現状俯瞰

(ロ) 科学技術の現状の俯瞰と深化すべき研究領域特定化

構造化俯瞰図・foresight・bachcast

(III) 選択可能な政策オプションの提示

科学技術イノベーションの推進が現代の課題解決に如何に資するか？

(III) 政策目標達成のための選択可能な政策手段の枠組みの構築選択

1. 科学技術推進のための政策領域・分野間配分、配分時間軸、規模、推進方法
2. 科学技術イノベーション政策推進の体制改革
3. 社会システム改革のための政策手段（規制緩和策、産官学連携、社会インフラ整備、人材育成）

選択可能な政策オプションの中から、各種のステークホルダー間の合意形成を通じて、政策当局が適切な政策手段を選択、実施する。政治、行政、学術、そして国民の行動規範の確立が重要。

(ハ) 政策展開・戦略の具体的化
科学技術進化のロードマップ

各種科学技術に関する将来予測

基礎研究・応用技術・製品技術

(ニ) 政策オプションの構築

政策手段の選択とSTI政策による科学の深化が課題をどのように解決できるか？

Alternative Option/Simulation

Model Building, System Analysis

科学技術イノベーション政策の科学的推進の筋道

政策デザイン・政策オプション作成の構造

科学技術イノベーション政策の在り方を Evidence にもとづき推進するための方法的基盤を確立し、基礎科学研究、応用技術開発、社会の革新的進化を齎す政策立案、政策施行への指針と戦略の科学性を高め、社会の課題解決に資する政策を効率的に進める事を目標とする。

(イ) 科学技術関連 Data-base の構築

(I) Vision の構築と政策課題の抽出

政策ビジョンの構築/政策課題の抽出

現代、将来の社会的解決すべき課題を抽出

社会的・経済的制約条件の構造的予測

BaU シナリオの作成・政策課題の合意形成

Econometrics, System Analysis,
Scenario writing method etc.

過去の STI 政策の評価・分析

- 1) 得られた成果・知的資産は何か?
- 2) 過去の政策実施から何を学んだか?
- 3) 成果・資産の課題解決への寄与度は?

過去の成果・資産の不足部分の検出
R&D-OUTPUT Data Base etc.

(II) 科学技術イノベーション政策の目標の設定

政策ビジョンに基づき、科学技術政策が目指すべき大きな目標を設定する。

(ロ) 科学技術の現状の俯瞰と深化すべき研究領域特定化

構造化俯瞰図・foresight・backcast

(ハ) 政策展開・戦略の具体的化 科学技術進化のロードマップ

各種科学技術に関する将来予測
基礎研究・応用技術・製品技術

(III) 政策目標達成のための選択可能な政策手段の枠組みの構築選択

1. 科学技術推進のための政策領域・分野間配分、配分時間軸、規模、推進方法
2. 科学技術イノベーション政策推進の体制改革
3. 社会システム改革のための政策手段（規制緩和策、産官学連携、社会インフラ整備、人材育成

(ニ) 政策オプションの構築

政策手段の選択と STI 政策による科学の深化が課題をどのように解決できるか？
Alternative Option/Simulation
Model Building, System Analysis

経済学における

規範 (Normative) と実証 (Positive)

Adam Smith: 市場における自由競争が資源の最適配分を齎すという市場原理の発見は、自由放任と競争市場の確立が同義であると主張したわけではない。

Leon Walras: 一般均衡理論の精緻化

- 選好場 (Preference Field): 個々人の選好場の独立性
- 技術条件 (Technological Condition): 1次同次性
- 要素資源賦存 (Factor Endowment): 即時的移動可能性

“物理現象において摩擦のない世界を描くように、まったく摩擦の無い世界としての市場の作動メカニズムを論理的に描いてみる。”

Vilfredo Pareto: 市場での自由競争によるパレート最適規範

“「自由競争が極大効用をもたらす」という命題と「現実の社会で自由競争が支配的である」という命題とは別個の二つの命題であって、同一のもののように混同されてはならない。第1の命題が真理であることはほぼ確実であるが、第2のそれは明らかに誤っている。”

Wassily Leontief : 一般均衡理論の規範的命題の実証性に対する批判、「検証可能命題の貧困」を提言。

“これほど貧弱で皮相的な事実を基礎として、これほど巧緻な理論構造が打ち立てられた例は、現代実証科学において、他に殆ど例をみない。「純粹」理論に含まれるパラメーターの値を実証的に推定することを通じて、その理論をより完全なものに近づけようとする態度は、伝統的に少なかった。そしてこの伝統は、今の数理的、非数理的を問わず、現在の経済学者を支配している。…諸理論の基礎にある経験的諸仮定は、いずれも定性的な性格を示しており、しかもそれらは漠然としてきわめて一般的である。それ故、純粹理論の導きえた操作的命題はごく少ないのである。”

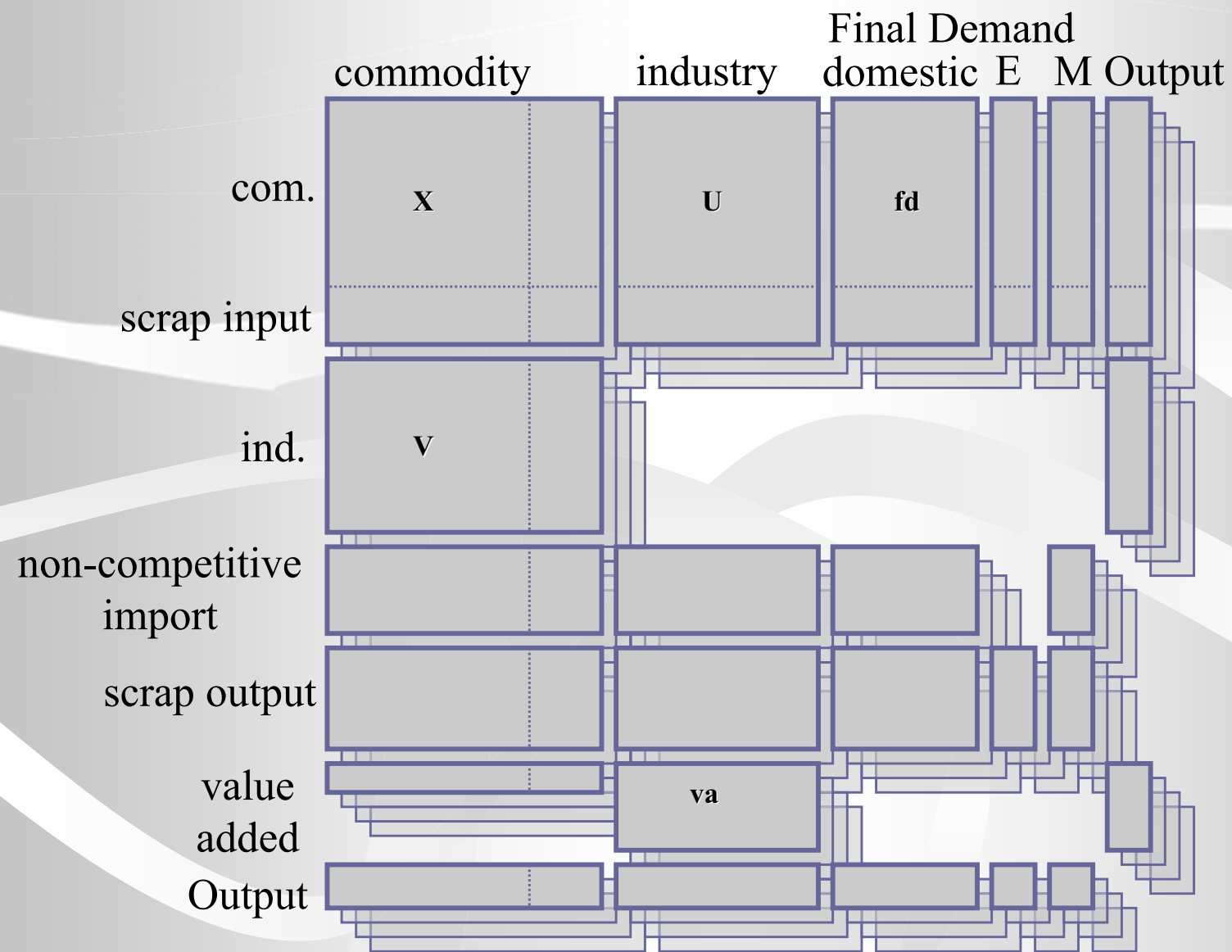
An Empirical Application of Equilibrium Analysis

“The Structure of the American Economy”, Wassily W. Leontief 1941



科学技術の構造を、市場の現存する「商品」の生産に係る投入(Inputs)と産出(Outputs)の相互依存のマトリックスで表現する、産業連関表(Input-Output Table)の作成を提案。経済の相互依存の姿を実証的に把握する分析ツールを提示。

(参考) 産業連関表 (Input-Output Table)



(参考) 三角化と技術連関 (Triangulation and Technology Linkage)

Construction

Machinery

Electric Products

Metal Products

Food Products

Stone & Clay

Mnf. Final Prod.

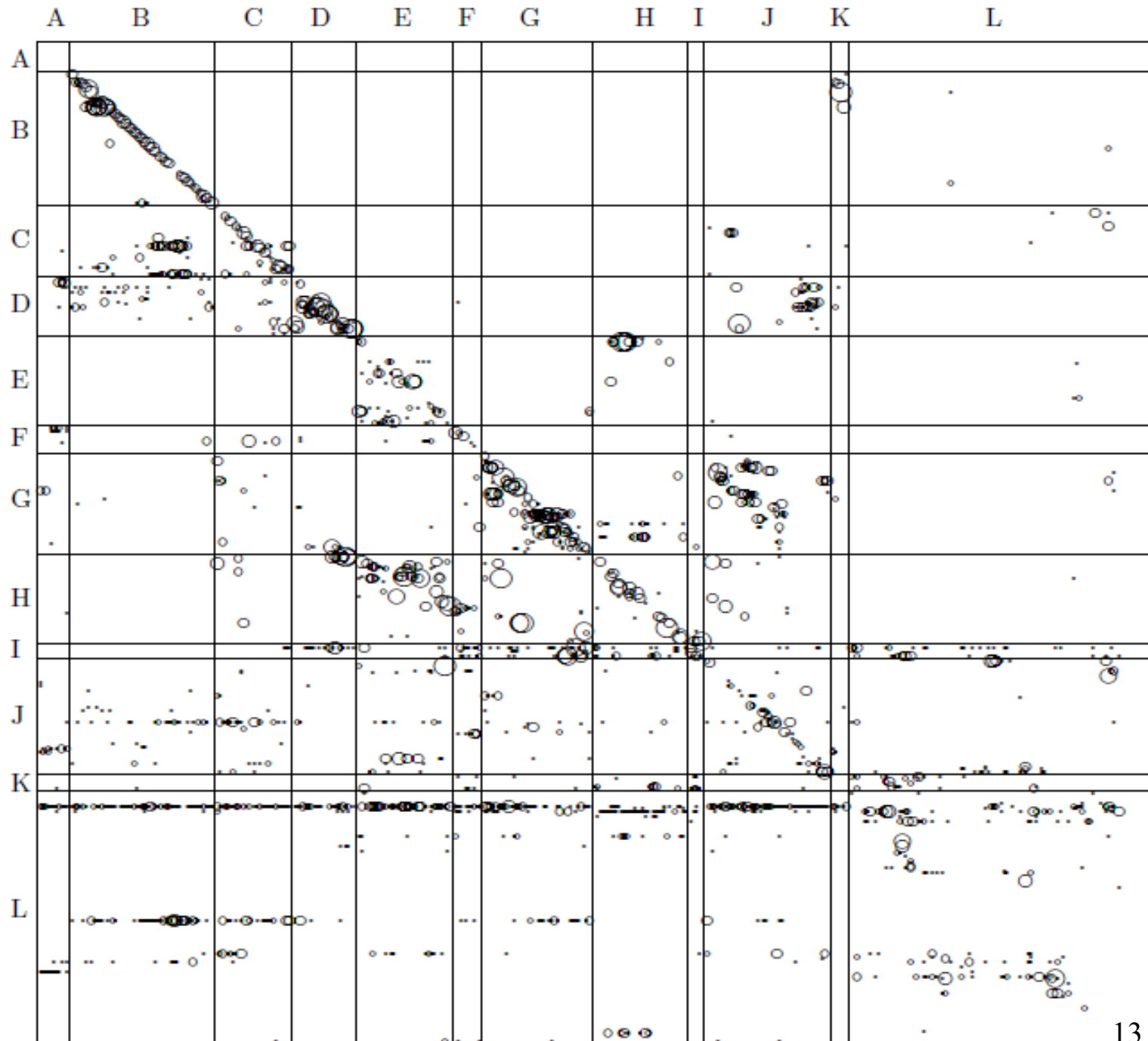
Material Prod.

Energy

Auxiliary

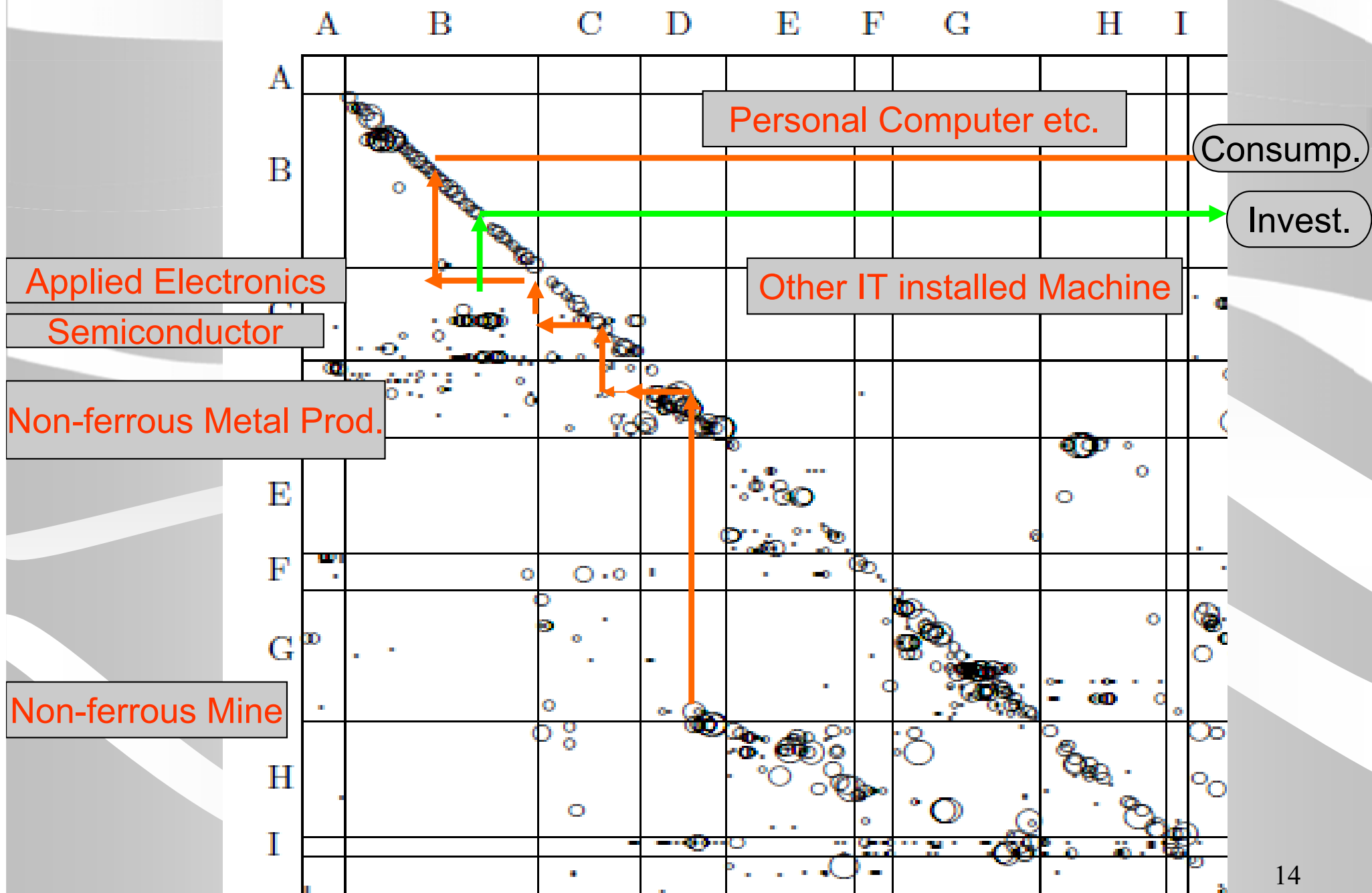
Repairs

Service



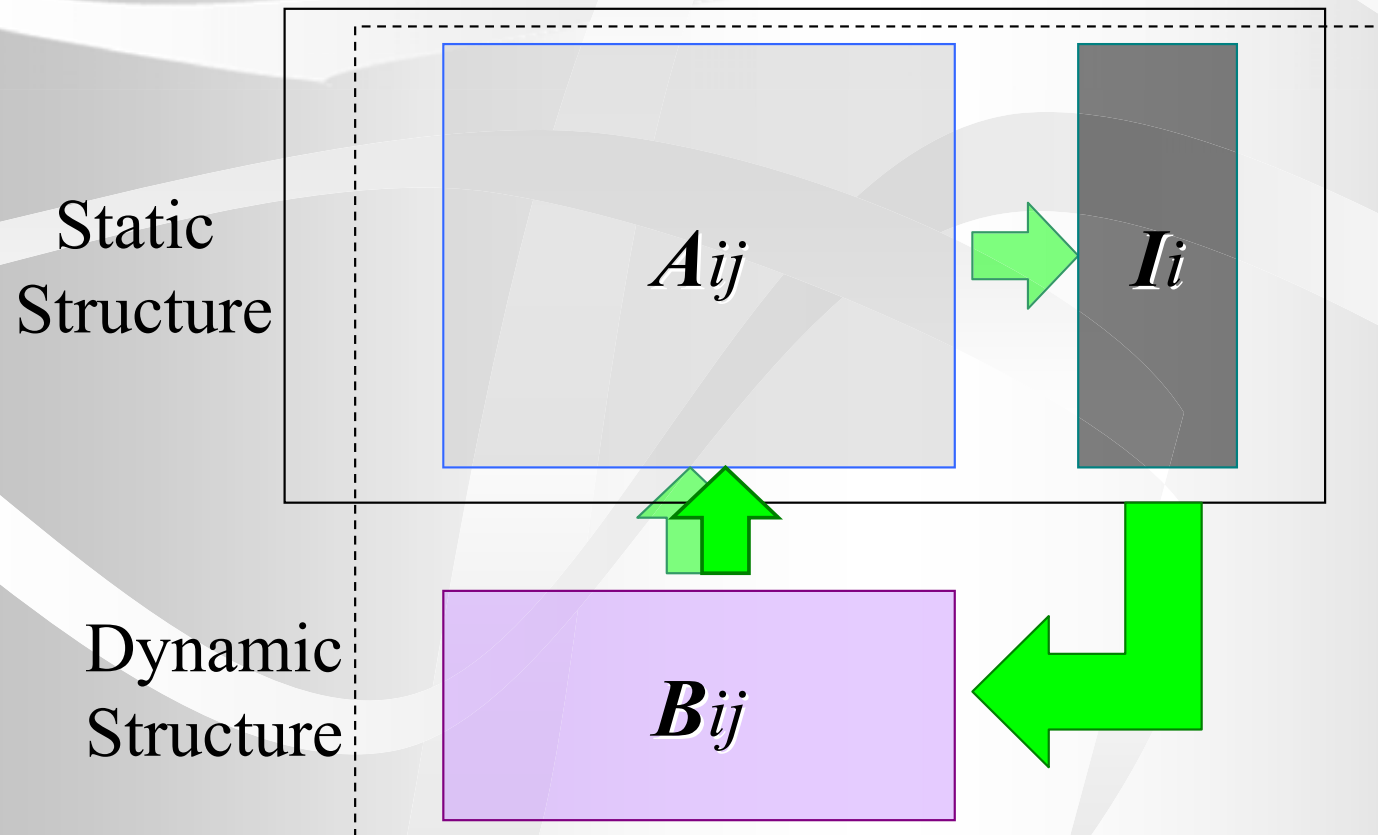
(参考)技術連関:半導体産業

(Technology Linkage: Semiconductor production)



(参考) R&D 支出活動の成果の動学的影響評価

- (1) R&D投資行動が知識ストックの量的・質的变化をもたらし、その蓄積が商品・サービスの供給の構造変化を生み出すメカニズムの解明。
- (2) 知識ストックという無形固定資産 (soft-ware, data-base, innovative properties, and economic competencies etc.)の体系的把握
- (3) 知識ストックからの知識サービスの提供の経済体系への影響



(参考)無形資産の分類

(Classification of Intangible Assets)

(1)Computerized information

1-1) Custom software

1-2) Packaged software

1-3) In-house software

1-4) Data base

(2)Innovative property

2-1) Science and engineering R&D

2-1) Mineral exploration

2-3) Copyright and license costs

**2-4) Other product development design and
research expenses**

(3) Economic Competencies

3-1) Brand equity

3-2) Firm-specific human capital

3-3) Organizational structure

**Note: c.corrado, C.R.Hulten and D.E.Sichel, (2006) ,”Intangible Capital
and Economic Growth”, Working Paper 11948, NBER**

(参考) 成長会計と生産性分析

R.Solow による技術進歩率の測定と問題提起

I-O Table

j-Industry

Intermediate
Input

$$A_{ij} X_j$$

Capital
Input

$$B_{ij} X_j$$

Labor
Input

$$L_{kj} X_j$$

Output

$$X_j$$

TFP ; T_j

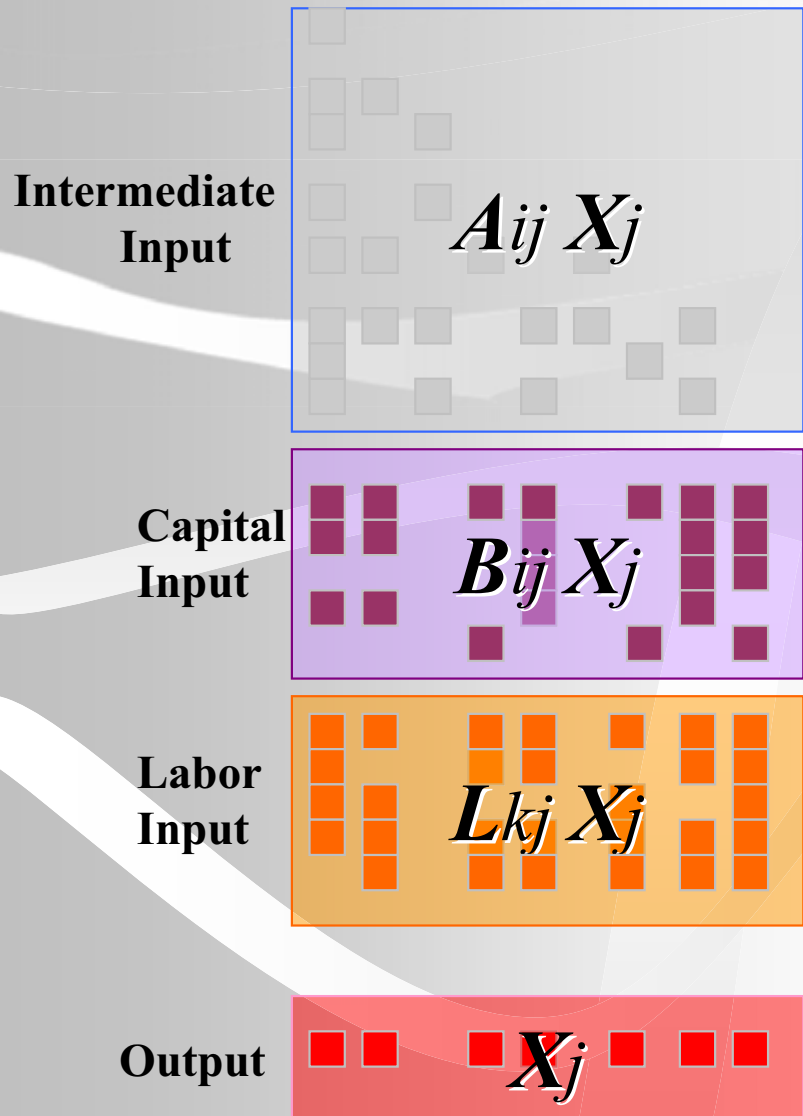
- Commodity-base
- Structural Change
 X_j, K_j, L_j
- **Production Function**

$$X_j = f(K_j, L_j, X_{ij}, T_j)$$

- **Own Total Factor Productivity**

$$\frac{\dot{T}_j}{T_j} = \frac{\dot{X}_j}{X_j} - \sum_n S_{x_{ij}} \frac{\dot{X}_{ij}}{X_{ij}} - S_{Lj} \frac{\dot{L}_j}{L_j} - S_{Kj} \frac{\dot{K}_j}{K_j}$$

(参考) 集計レベルの技術進歩率と商品別生産性変化



• Unit Structure

Taking $f^* = e(i)$, where $e(i)$ denotes the i -th unit Vector with a one in position i and all other entities Equal to zero, the matrices of intermediate deliveries, X^* , labor L^* , and capital K^* required for producing A single unit of final demand of commodity are given as follows:

$$U_{t/f_t^* = e(i)} = \begin{bmatrix} X_t^* \\ L_t^* \\ K_t^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_t \langle (I - A_t)^{-1} f_t^* \rangle \\ B_t^L \langle (I - A_t)^{-1} f_t^* \rangle \\ B_t^K \langle (I - A_t)^{-1} f_t^* \rangle \end{bmatrix}$$

$$\frac{T_i}{T_i} = \sum_j \frac{P_j X_j}{P_v V} \frac{T_j}{T_j}$$

• Aggregation of commodity-based TFP

R & D 投資活動の構造的把握

－ R&D活動を経済体系にどのように組み込むか？－

- (1) フラスカティ・マニュアル(OECD研究開発活動の調査方法勧告)に準拠した科学技術研究調査による政府、民間のR&D投資活動を産業連関表に組み込むことによって、R&Dのフロー活動を把握すること。
- (2) R&D投資活動による知識資本ストックと知識資本サービスの推計。
- (3) 知識ストックからの知識サービス投入による生産性上昇効果の把握。

1) R&D投資活動の組織的部門(ユニット)分類

自然科学研究機関(国公立)

人文科学研究機関(国公立)

自然科学研究機関(非営利)

人文科学研究機関(非営利)

自然科学研究機関(産業)

人文科学研究機関(産業)

企業内研究活動

2) R&D活動量の機能的分類

・R&Dタイプ分類: 基礎研究、応用研究、実験研究

・製品分野分類

・科学技術分野分類

・社会経済的目的分類

R&D支出活動把握の新しい構造：

R&D支出活動と無形固定資産としての知識資本ストックの蓄積

1. R&D支出活動は、社会におけるイノベーションを喚起する知識を蓄積する。その知識の一部は、社会的公共財として無償で提供されることになるが、他の部分は有償で提供される。有償、無償に係らず、R&D支出活動はその活動に投入されたコストで評価され、知識フローおよびストックを生み出す。
2. R&D支出活動は、知識ストックの拡張を目的とした投資活動として、最終需要の投資に配分される。投資は、基礎研究、応用研究、実験研究のR&Dタイプ別、製品分類別、科学分野別、社会経済目的別に、かつ投資主体別（政府、民間非営利研究機関、産業）に各種の無形固定資産の蓄積に寄与する。
3. R&D投資支出は、無形固定資産としての知識ストックの拡大となり、動学的には、無形固定資産からの資本サービスの提供の要素となり、知識資本サービスの質、量に影響する。知識ストックから生まれる資本サービスが産業の生産活動に結びつくには、設備投資等の有形固定資産等の拡張が伴うこととなり、通常の投資活動と連動するものと考えられる。
4. 知識ストックと有形固定資産の蓄積が、資本サービスの変化をもたらし、各供給部門の生産性の変化を生み出し、経済体系に影響。

まとめ

1. 経済学は、本来 “Design for Society” を目指すものであり、経済社会の課題解決の政策のデザイン学である。市場機能の運行に関して、個々人の趣好条件(Taste)、技術条件(Technology)、要素賦存条件(Factor endowment)を制約に、ある条件が備われば市場機能によって資源配分の最適化がもたらされることを規範的に示す。
2. 一方で、現実の市場が、自由放任のままで、上記の規範的な成果が達成できないこと。したがって何らかの政策的な措置がデザインされなければならないことも認められてきた。しかし、規範的な命題の成立を阻害する趣好条件、技術条件、要素賦存条件の変化を実証的(Positively)に追跡しようとする科学的探求は比較的少なかった。
3. 現代社会の複雑性は、急速な科学技術の発展を基盤として、市場を構成する制約条件が変化し、かつて経験したことのない市場・社会構造の変化をもたらしている。そこが、課題を複雑化させ、従来型の“Policy Design”では、市場の欠陥を解決できない状況を生み出している。

4. 「科学技術イノベーション政策のための科学」の構築は、このような問題意識から、現代社会の課題解決に資する、Positive Science の確立を目指すものであり、市場の制約条件の変化に伴う市場機能の新しい規範と市場Designを求めるものでなければならない。
5. 「科学技術イノベーション政策のための科学」の推進のためには、社会の課題の発見抽出、科学技術政策の成果の実証的把握と科学技術の発展レベルの同定、科学技術イノベーションの深化による社会課題の抽出、科学技術の発展のロードマップの作成、各種の科学技術政策手段の選択、そしてその政策手段の実施がもたらす社会経済的影響評価といった政策オプションの作成プロセスを確立することが必要。
6. 上記の政策オプション作成のプロセスでは、各種の科学領域の知見の融合が不可欠であり、その知見の総合をもって、各プロセスでのエビデンスの集積を行なうことが重要である。
7. 政策評価のためのエビデンスを集積する データベースの整備。
8. 政策選択のプロセスでの合意形成、政策実施、成果の評価。